



TESIS - TE142599

IDENTIFIKASI KUALITAS KAYU BERDASARKAN ANALISA SUARA DAN NEURAL NETWORK

**Abdur Rochman Wachid
2212204015**

**DOSEN PEMBIMBING
Dr. Muhammad Rivai, ST., MT
Dr. Tri Arief Sardjono, ST., MT**

**PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**



TESIS - TE142599

**IDENTIFICATION OF WOOD QUALITY BASED ON
SOUND ANALYSIS AND NEURAL NETWORK**

**Abdur Rochman Wachid
2212204015**

**SUPERVISOR
Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.
Dr. Tri Arief Sardjono, S.T., M.T.**

**MAGISTER PROGRAM
FIELD IN ELECTRONICS
ELEKTRICAL DEPARTMENT
FAKULTAS OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan tesis saya dengan judul **"Identifikasi Kualitas Kayu berdasarkan Analisa suara dan Neural Network"** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 14 Juni 2016

Abdur Rochman Wachid

NRP. 2212204015

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T.)

di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Abdur Rochman Wachid
Nrp. 2212204015

Tanggal Ujian : 14 Juni 2016
Periode Wisuda : September 2016

Disetujui oleh:

1. Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.
NIP: 19690426 199403 1 003

(Pembimbing I)

2. Dr. Tri Arief Sardjono, S.T., M.T.
NIP: 19700212 199512 1 001

(Pembimbing II)

3. Ir. Djoko Purwanto, M.Eng., Ph.D.
NIP: 19651211 199002 1 002

(Penguji)

4. Achmad Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP: 19710314 199702 1 001

(Penguji)

5. Ronny Mardiyanto, S.T., M.T., Ph.D.
NIP: 19810118 200312 1 003

(Penguji)



Direktur Program Pascasarjana,
Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
NIP: 19601202 198701 1 001

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas segala nikmat-Nya lah tesis ini dapat diselesaikan. Tesis berjudul *“Identifikasi Kualitas Kayu berdasarkan Analisa suara dan Neural Network”* ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik (MT) pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibunda dan Ayahanda atas segala dukungan dan doanya hingga sampai terselesaikannya tesis ini.
2. Bapak Dr. Muhammad Rivai, ST, MT selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan dan dorongan sampai terselesainya tesis ini.
3. Bapak Dr. Tri Arief Sardjono, ST., MT selaku dosen pembimbing II dan sebagai wakil dekan
4. Bapak Ir. Djoko Purwanto, M.Eng., Ph.D selaku dosen penguji dan koordinator program Pasca Sarjana jurusan Teknik elektro
5. Bapak Ronny Mardiyanto, ST, MT., Ph.D selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan.
6. Bapak Achmad Arifin, ST., M.Eng., Ph.D selaku dosen penguji dan telah memberikan banyak pembelajaran.
7. Seluruh dosen pengajar Jurusan Teknik Elektro yang telah banyak memberikan ilmu selama penulis menempuh kuliah.
8. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2012, Syahri, Riza, Pak Edi, Pak Dwi, Pak Tukadi, Happy, Mas Himawan, Mas Fauzan, Mas Oki serta teman-teman mahasiswa bidang studi elektronika atas segala bantuan dan sumbangan pikiran dan tenaga dalam menyelesaikan tesis ini.

Pada akhirnya, penulis menyadari bahwa tesis ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta bagi masyarakat.

Surabaya, 14 Juni 2016

Penulis

IDENTIFIKASI KUALITAS KAYU BERDASARKAN PADA ANALISA SUARA DAN NEURAL NETWORK

Nama Mahasiswa : Abdur Rochman Wachid
NRP : 2212204015
Pembimbing : Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.
Dr. Tri Arief Sardjono, S.T., M.T.

ABSTRAK

Dalam industri kayu terdapat beberapa jenis kayu dengan kualitas yang beragam. Kualitas kayu dapat dibedakan dari tekstur, kelembaban serta kepadatannya. Kualitas kayu tidak dapat diukur melalui penglihatan atau sentuhan, karena kamera hanya dapat mendeteksi permukaan luar kayu. Untuk itu dibutuhkan suatu cara atau metode yang tepat untuk membedakannya. Pada penelitian ini telah dibuat suatu pengukuran kualitas kayu berbasis suara. Kualitas kayu dibedakan berdasarkan suara dari pukulan pada kayu. Suara dirubah dari ranah waktu menjadi frekuensi menggunakan algoritma *Fast Fourier Transform*. Deret komponen frekuensi tersebut digunakan sebagai masukan pada algoritma Neural Network yang dilatih untuk mengetahui jenis dan kualitas dari kayu. Pada percobaan ini digunakan tiga jenis kayu, yaitu kayu jati, meranti, dan kruing. Sedangkan pada pengujian kualitas kayu digunakan dua jenis kayu dengan masing-masing mempunyai dua kualitas yang berbeda. Hasil percobaan menunjukkan bahwa Neural Network dapat mengenali setiap jenis kayu dengan taraf keberhasilan 93,33%. Sedangkan untuk kualitas kayu, sistim ini dapat mengenali setiap kualitas kayu dengan taraf keberhasilan 95%.

Kata Kunci: Fast Fourier Transform, Kualitas Kayu, Sinyal Suara, Neural Network

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

IDENTIFICATION OF WOOD QUALITY BASED ON SOUND ANALYSIS AND NEURAL NETWORK

Name : AbdurRochmanWachid
Student Identity Number : 2212204015
Supervisor : Dr. Muhammad Rivai, S.T., M.T.
Co Supervisor : Dr. Tri AriefSardjono, S.T., M.T.

ABSTRACT

In the timber industry, there are several types of wood with varying quality. The quality of wood can be distinguished from the texture, moisture and density. Wood quality can not be measured through sight or touch, because the camera can only detect the outer surface of the wood. Therefore it requires a proper way or method to distinguish. This study has been made of a sound based quality measurement. Wood quality was differentiated by the sound of blows on the wood. Sound was converted from the time domain into the frequency using Fast Fourier Transform algorithm. The series of frequency components were used as an input of the Neural Network algorithm trained to discriminate the type and quality of woods. In this experiment, there were three types of woods, the teak, meranti, and kruing. While in testing the quality of the wood was used two types of woods with each having two different qualities. The experimental results showed that the Neural Network could identify any type of woods with the level of success of 93.33%. As for the quality of wood, this system could identify any quality of woods with a level of success of 95%.

Keyword: Fast Fourier Transform, Quality Wood, Sound Signal, Neural Network

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1. Studi Tentang Metode Evaluasi Kualitas Kayu Menggunakan Transformasi Wavelet	5
2.2. Pengendalian Persepsi Material pada Sintesa Suara.....	6
2.3. Pengertian Kayu.....	7
2.3.1. Bagian - bagian pohon.....	8
2.3.1.1. Akar	8
2.3.1.2. Batang.....	8
2.3.2. Bagian-bagian kayu.....	9
2.3.2.1. Kulit.....	9
2.3.2.2. Kambium.....	10
2.3.2.3. Kayu Gubal.....	10
2.3.2.3. Kayu Teras.....	10
2.3.2.4. Hati.....	11
2.3.2.5. Lingkaran Tahun.....	11
2.3.2.3. Jari-jari.....	11
2.4. Metoda Pengenalan Kayu.....	11
2.4.1. Transformasi Fourier.....	12

2.4.2.	Fast Fourier Transform (FFT).....	13
2.4.3.	Neural Network.....	15
2.4.4.	Backpropagation.....	17
2.4.5.	Metode Backpropagation.....	18
2.4.6.	Forward Propagation.....	19
2.4.7.	Backward Propagation.....	20
BAB 3 METODA PENELITIAN.....		23
3.1.	Studi Pustaka dan Studi Lapangan.....	23
3.2.	Perancangan hardware dan software.....	24
3.2.1.	Perancangan rangkaian mic condensor.....	25
3.2.2.	Perancangan driver solenoid.....	26
3.3.	Pengujian hardware dan software.....	27
3.4.	Pengumpulan dan pengolahan data.....	27
3.5.	Pengambilan kesimpulan.....	27
3.6.	Prosedur pengambilan suara, FFT, dan Neural Network.....	28
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM		31
4.1.	Pengujian kayu jenis jati, meranti, dan kruing.....	31
4.2.	Hasil pengujian jenis kayu.....	34
4.3.	Hasil pengujian jenis kayu jati.....	34
4.4.	Hasil pengujian jenis kayu meranti.....	35
4.5.	Hasil pengujian jenis kayu kruing.....	36
4.6.	Pengujian kualitas kayu jati.....	37
4.7.	Hasil pengujian kualitas kayu.....	38
4.8.	Hasil pengujian kualitas kayu Jati kualitas A.....	39
4.9.	Hasil pengujian kualitas kayu Jati kualitas B.....	40
4.10.	Hasil pengujian penutup plastik	
BAB 5 PENUTUP		41
5.1.	Kesimpulan.....	43
5.2.	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....		44
LAMPIRAN		45
RIWAYAT HIDUP PENULIS		80

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Perbandingan redaman dan keluaran sinyal dari bahan kayu, logam, dan kaca	7
Gambar 2.2. Bagian - bagian batang	9
Gambar 2.3. Bagian - bagian kayu	10
Gambar 2.4. Diagram kupu-kupu (butterfly diagram) FFT Radix-2 DIT (<i>Decimation in Time</i>).....	15
Gambar 2.5. Struktur sel syaraf	18
Gambar 2.6. Struktur jaringan saraf tiruan backpropagation	17
Gambar 2.7. Fungsi aktivasi biner	19
Gambar 3.1. Diagram Blok Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	23
Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Hardware	24
Gambar 3.3 Diagram Blok Perancangan Software.....	24
Gambar 3.4 Mekanik Hardware yang telah dirancang	25
Gambar 3.5. rangkaian pengkondisi sinyal.....	26
Gambar 3.6. Rangkaian driver untuk solenoid	26
Gambar 3.7. Prosedur pengambilan suara, FFT, dan Neural Network BackPropagation.....	28
Gambar 4.1. Sinyal Jati	31
Gambar 4.2. Sinyal Meranti	32
Gambar 4.3. Sinyal Kruing.....	32
Gambar 4.4. Spektrum frekuensi Kayu Jati.....	33
Gambar 4.5. Spektrum frekuensi Kayu Meranti	33
Gambar 4.6. Spektrum Frekuensi Kayu Kruing	33
Gambar 4.7. hasil learning pada jenis kayu	34
Gambar 4.8. Verifikasi Kayu Jati.	34
Gambar 4.9. Verifikasi Meranti.....	35
Gambar 4.10. Verifikasi Kruing pukulan pertama	36
Gambar 4.11. Sinyal jati kualitas A.....	37

Gambar 4.12. Sinyal jati kualitas B	37
Gambar 4.13. Spektrum frekuensi jati kualitas A	38
Gambar 4.14. Spektrum frekuensi jati kualitas B	38
Gambar 4.15. hasil learning pada kualitas kayu	39
Gambar 4.16. Verifikasi kayu Jati Kualitas A	39
Gambar 4.17. Verifikasi kayu Jati Kualitas B.....	40
Gambar 4.18. Verifikasi penutup plastik	41

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. pengujian jenis kayu jati	35
Tabel 4.2. pengujian jenis kayu meranti	35
Tabel 4.3. pengujian jenis kayu kruing.....	36
Tabel 4.4. pengujian jenis kayu jati kualitas A.....	39
Tabel 4.5. pengujian jenis kayu jati kualitas B.....	39
Tabel 4.6. pengujian penutup plastik.....	41

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengujian kualitas kayu dapat dilakukan dengan beberapa metode. Tingkat kecacatan kayu dapat dilakukan dengan menganalisa data visual kayu (D.T. Pham, 2006). Citra permukaan kayu tripleks baik yang bersih maupun yang cacat diambil dengan menggunakan kamera. Citra ini kemudian dikonversi menjadi histogram level keabuan setelah proses segmentasi dan pengolahan citra. Sejumlah 17 ciri yang diperoleh dari histogram ini digunakan sebagai masukan pada neural network. Algoritma lebah (*bee algorithm*) digunakan untuk mengoptimasi bobot yang digunakan dalam neural network. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metoda ini dapat digunakan untuk membedakan kualitas kayu dengan keakuratan 86.52%.

Untuk mengevaluasi kualitas kayu dengan kecepatan yang tinggi dapat menggunakan metoda infrared thermography (P. Meinschmidt, 2005). Metoda ini mengenali tingkat kecacatan struktur kayu bagian dalam. Jika material kayu dipanaskan, suhu permukaan akan meningkat. Cacat dalam kayu dapat menghambat proses difusi panas yang terjadi, sehingga suhu permukaan diatas area yang cacat akan turun dibanding dengan area lainnya. Metoda Non-Destructive Testing (NDT) menggunakan gelombang ultrasonic 40 kHz dapat diterapkan untuk mengevaluasi kecacatan kayu (P. Mestre, 2013). Field Programmable Gate Array digunakan untuk merealisasikan perangkat yang digunakan untuk pengujian dengan sampling rate penerima data sebesar 1 MHz. Beberapa sampel kayu dengan jumlah lubang yang berbeda diujikan dengan menggunakan metoda ini. Pengukuran time of flight dapat digunakan sebagai parameter untuk mengetahui kualitas kayu.

Metoda lain yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas kayu adalah dengan analisa suara ketukan yang berupa sinyal tidak konstan menggunakan transformasi wavelet (Yassuyoshi, 2002). Hasilnya menunjukkan bahwa Modulus Young dapat dihitung dengan menggunakan frekuensi resonansi

yang diperoleh dari transformasi wavelet sehingga metoda ini dapat digunakan untuk membedakan antara sampel kayu yang utuh dengan kayu yang cacat akibat adanya sisipan potongan cabang (knot) yang ada di dalamnya. Analisa frekuensi resonansi ini dapat digunakan untuk memprediksi jumlah dan diameter sisipan cabang yang ada di dalam kayu yang diuji sehingga dapat digunakan untuk membedakan kualitas kayu. Dibanding dengan teknik yang lain, metoda ini memerlukan proses akuisi data yang tidak terlalu cepat, robust, dan sederhana.

Pada penelitian telah dibuat suatu alat untuk klasifikasi kualitas jenis kayu berdasarkan analisa suara. *Fast Fourier Transform* digunakan untuk mengetahui pola suara dalam ranah frekuensi. Untuk mengenali kualitas kayu yang berbeda maka digunakan algoritma Neural Network.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mendapatkan pola frekuensi suara yang dihasilkan dari pukulan kayu
2. Bagaimana mengidentifikasi pola frekuensi suara terhadap kualitas kayu

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Memperoleh pola spektrum frekuensi dari FFT yang mewakili kualitas kayu
2. Identifikasi menggunakan metode Neural Network agar diperoleh suatu sistim yang bisa mengukur kualitas kayu

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian sebagai berikut:

1. Mendapatkan data yang akurat pada kualitas kayu
2. Mendapatkan metode yang tepat untuk mengenali kualitas kayu
3. Mengurangi tingkat penipuan dalam perdagangan kayu
4. Mendapatkan harga yang sesuai dengan kualitas dari kayu

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Studi Tentang Metode Evaluasi Kualitas Kayu Menggunakan Transformasi Wavelet

Transformasi wavelet efektif dalam pengolahan sinyal tidak stationer seperti suara pukulan pada kayu. Pengembangan metode untuk mengevaluasi kualitas kayu menggunakan transformasi wavelet dan hasil yang diperoleh utama dapat ditunjukkan sebagai berikut: 1) Modulus Young dihitung dengan menggunakan frekuensi resonansi yang diperoleh dari transformasi wavelet. Terdapat dua jenis sampel, yaitu kayuyang bersih dan kayu yang mempunyai simpul. Modulus Young kayu dapat diperkirakan dengan menemukan frekuensi resonansi pada transformasi wavelet. 2) Hubungan antara degradasi frekuensi resonansi yang disebabkan oleh adanya simpul dan rasio simpul dan diameter dapat diperkirakan pada persamaan polinomial kedua. Oleh karena itu, analisis frekuensi resonansi dapat memperkirakan jumlahnya simpul dalam kayu. (Kodama dkk, 2002). Sebuah simpul yang terkandung padapusat arah membujur dari sampel dan merambat pada permukaan kayu yang satu ke permukaan kayu yang lain. Sampel yang tidak mengandung simpul diambil dari bagian dimana arah longitudinal dari kayu adalah kontinyu. 22 pasang sampel yang telah disiapkan mempunyai kisaran diameter simpul dari 11,2% sampai 94,9%. Sampel yang mengandung dua simpul sebanyak 25 set. Diameter simpul berkisar mulai dari 4,8% sampai 74,7%. Semua simpul yang terkandung dalam sampel adalah simpul hidup. 19 sampel yang tidak mengandung simpul ditambahkan untuk meningkatkan reliabilitas statistik. Kerapatan sampel dihitung dari berat badan dan diatur pada dimensi dalam kondisi dengan suhu 20° C dan 70% kelembaban relatif.

Hasilnya adalah: 1. Modulus Young dihitung dari resonansi frekuensi dengan transformasi wavelet sesuai dengan baik dengan nilai yang diukur dengan uji lengkungan. Modulus Young yang dihitung tidak tergantung pada keberadaan simpul. Untuk itu, Modulus Young kayu akan dapat diperkirakan dengan

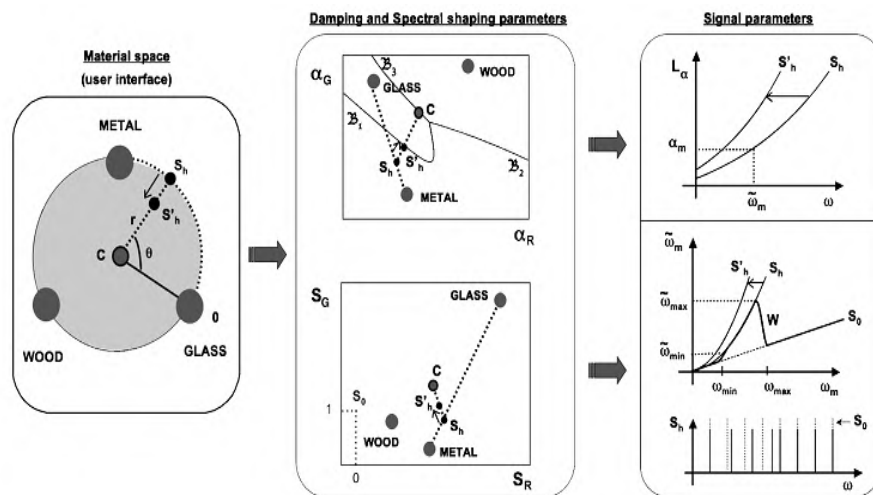
menggunakan pengukuran frekuensi resonansi pada analisis wavelet. 2. Evaluasi kuantitatif simpul dapat dilakukan dengan mengukur perbedaan frekuensi resonansi antara sampel yang mengandung simpul dan sampel yang bersih. Oleh karena itu, evaluasi non-destruktif dari simpul pada kayu dapat digunakan.

2.2 Pengendalian Persepsi Material pada Sintesa Suara

Fokus pada identifikasi sifat persepsi dari bahan dampak untuk memberikan dampak intuitif kontrol suara synthesizer (Mitsuko, dkk). Dampak suara dari benda kehidupan sehari – hari, yang terbuat dari berbagai bahan misalnya kayu, logam dan kaca, direkam dan dianalisis. Suara ini disintesis menggunakan teknik analisis-sintesis dan diatur dengan kroma yang sama. Suara lanjutan diciptakan untuk mensimulasikan transisi progresif antara bahan. Suara lanjutan itu diciptakan untuk mensimulasikan transisi progresif antar material. Penelitian ini menggambarkan pembuatan synthesizer yang ditujukan untuk mempengaruhi suara yang dapat dikendalikan menggunakan deskripsi lisantingkat tinggi mengacu pada kategori bahan (yaitu, kayu, logam dan kaca). Sebagian besar interface ini dirancang untuk keperluan musik dan umumnya tidak diadaptasi untuk membuat lingkungan suara yang digunakan pada desain suara dan dunia maya.

Langkah awalnya adalah mencatat 15 suara yang mempengaruhi benda sehari-hari terbuat dari tiga bahan yang berbeda (balok kayu, piring logam, piring kaca) dengan lima suara pada tiap material. Suara sintetis dari rekaman yang dihasilkan oleh proses analisis-sintesis dan diatur dengan kroma yang sama. Kemudian membuat suara lanjutan untuk mensimulasikan kemajuan transisi antara dua suara dari bahan yang berbeda yang bekerja pada amplitudo dan parameter – parameter redaman.

Suara di posisi ekstrem diklasifikasikan oleh lebih dari 70% dari peserta dalam kategori yang benar, yang mengarah untuk memvalidasi suara referensi sebagai contoh yang umum untuk masing – masing kategori bahan. Dalam transisi Kayu-Logam, suara pada posisi menengah diklasifikasikan sebagai kaca dengan persentase tertinggi yang melalui pusat. Sebaliknya, transisi di kedua kayu-kaca dan transisi kaca-metal, suara menengah yang paling sering diklasifikasikan



Gambar 2.1 Perbandingan redaman dan keluaran sinyal dari bahan kayu, logam, dan kaca

dalam salah satu dari dua kategori yang berkenaan dengan suara ekstrim. Dari titik pandang akustik, hal ini mencerminkan fakta bahwa, interpolasi parameter redaman antara logam dan suara dari kayu melintasi kategori kaca tidak terjadi untuk dua transisi lainnya (lihat Gambar 2.1).

Metoda analisis sintesis berguna untuk menganalisis dan mensintesa sinyal dari beberapa bahan seperti kayu, logam, maupun kaca. Lebih dari 70% dari peserta dapat dikategorikan dengan benar yang dibagi dalam beberapa kategori masing – masing bahan.

2.3 Pengertian Kayu

Kayu sebagai hasil hutan sekaligus hasil sumber kekayaan alam, merupakan bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai dengan kemajuan teknologi. Kayu memiliki beberapa sifat istimewa, karena tidak dapat ditiru oleh bahan – bahan yang lain.

Kayu dapat diartikan sebagai sesuatu bahan, yang diperoleh dari hasil pemungutan pohon – pohon di hutan, sebagai bagian dari suatu pohon. Dalam hal pengelolaan lebih lanjut, perlu diperhitungkan dengan cermat bagian – bagian dari kayu. Manakah yang dapat lebih banyak dimanfaatkan untuk suatu tujuan tertentu. Dilihat dari tujuan penggunaannya, kayu dapat dibedakan atas kayu petukangan, kayu industri dan kayu bakar.

2.3.1 Bagian - bagian pohon

Pohon sebagai satu kesatuan memiliki bagian – bagian yang penting. Bagian – bagian tersebut adalah akar, batang, ranting, dan daun.

2.3.1.1 Akar

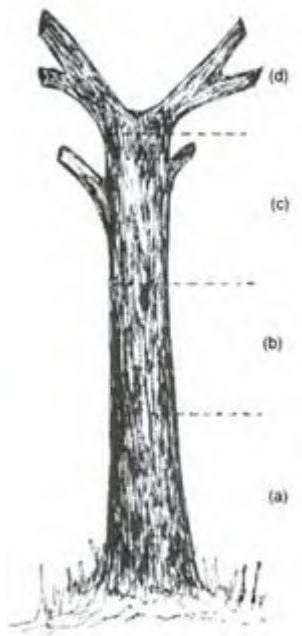
Akar terletak pada bagian bawah batang, umumnya berhubungan dengan tanah. Ada dua system perakaran yaitu akar serabut dan akar tunggang. Akar berfungsi untuk menegakkan tanaman pada tempat tumbuhnya. Menyalurkan atau menghisap air, zat hara, dan garam, serta mineral – mineral dari dalam tanah (misalnya fosfor, kalsium, kalium, asam kersik, dan lain – lain). Selain itu, akar juga berfungsi untuk bernapas dan tempat menyimpan bahan makanan cadangan.

2.3.1.2 Batang

Secara umum, batang adalah bagian pohon dimulai dari pangkal akar sampai ke bagian bebas cabang. Menurut botani, batang termasuk pula cabang dan ranting. Batang berfungsi sebagai tempat tumbuhnya cabang, ranting, tunas, dan ranting. Selain itu, batang juga berfungsi sebagai alat lalu lintas bahan makanan dari akar ke daun melalui kulit dalam, dan ada kalanya sebagai tempat menyimpan bahan makanan cadangan.

Berikut ini dipaparkan secara singkat bagian – bagian batang dan kegunaannya.

- a. Bagian pangkal, umumnya tak bermata kayu dan dapat dijadikan kayu pertukangan yang baik.
- b. Bagian tengah dan ujung memiliki mata kayu. Bagian ini umumnya digunakan untuk industri kayu (pabrik kertas, papan buatan, dan lain – lain).
- c. Bagian percabangan yang dikhususkan untuk industri kayu
- d. Bagian cabang dan ranting yang dapat dimanfaatkan untuk kayu bakar.



Gambar 2.2 Bagian - bagian batang

2.3.2 Bagian - Bagian Kayu

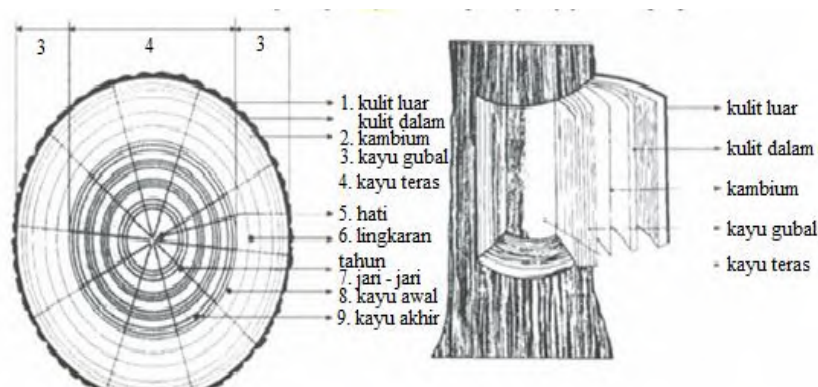
Bagian - bagian kayu secara singkat dapat dipaparkan pada gambar 2.3

2.3.2.1 Kulit

Kulit terdapat pada bagian terluar dan mempunyai dua bagian, yaitu

- a. Kulit bagian luar yang mati dan mempunyai ketebalan bervariasi menurut jenis pohonnya, dan
- b. Kulit bagian dalam yang bersifat hidup dan tipis.

Kulit berfungsi sebagai pelindung bagian – bagian yang lebih dalam terhadap kemungkinan pengaruh dari luar yang bersifat merusak, misalnya iklim, serangan serangga, hama, kebakaran, serta perusak – perusak kayu lainnya. Selain itu kulit juga berfungsi sebagai jalan bahan makanan dari daun ke bagian – bagian tanaman.



Gambar 2.3 Bagian - bagian kayu

2.3.2.2. Kambium

Kambium merupakan jaringan yang mempunyai lapisan tipis dan bening, melingkari kayu. Fungsi cambium ke arah luar, cambium membentuk kulit baru yang menggantikan kulit lama yang telah rusak; dan ke arah dalam, membentuk kayu yang baru. Dengan adanya cambium pohon lambat laun dapat bertambah besar. Sementara itu, pertumbuhan meninggi ditentukan oleh jaringan meristem. Kambium terletak di antara kulit dalam dan kayu gubal.

2.3.2.3. Kayu Gubal

Kayu gubal adalah bagian kayu yang masih muda. Terdiri dari sel – sel yang masih hidup dan terletak di sebelah dalam kambium. Kayu gubal berfungsi sebagai penyalur cairan dan tempat penimbunan zat – zat makanan. Tebal lapisan kayu gubal bervariasi, menurut jenis pohonnya. Umumnya jenis pohon yang tumbuh cepat mempunyai lapisan kayu gubal lebih tebal dibandingkan kayu terasnya. Kayu gubal biasanya mempunyai warna terang.

2.3.2.3 Kayu Teras

Kayu teras terdiri dari sel – sel yang dibentuk melalui perubahan – perubahan sel hidup pada lingkaran kayu gubal bagian dalam. Terbentuknya kayu teras disebabkan oleh terhentinya fungsi sebagai penyalur cairan dan proses – proses lain dalam kehidupan kayu. Ruang dalam kayu teras dapat mengandung berbagai macam zat yang memberi warna lebih gelap, tetapi tidak semua kayu

teras bersifat demikian. Hanya pada jenis – jenis kayu tertentu, terasnya mengandung bahan – bahan ekstraktif yang membuat kayu tersebut lebih berat dan lebih awet. Tetapi tidak semua jenis kayu yang memiliki zat ekstraktif dapat dipastikan keawetannya.

2.3.2.4 Hati

Hati merupakan bagian kayu yang terletak pada pusat lingkaran tahun (tidak mutlak pada pusat bontos). Hati berasal dari kayu awal, yaitu bagian kayu yang pertama kali dibentuk oleh cambium. Oleh karena itu, umumnya hati mempunyai sifat rapuh atau lunak.

2.3.2.5 Lingkaran Tahun

Lingkaran tahun adalah batas antara kayu yang terbentuk pada permulaan dan akhir suatu musim. Melalui lingkaran – lingkaran tahun ini dapat diketahui umur suatu pohon. Apabila pertumbuhan diameter (membesar) terganggu oleh musim kering karena pengguguran daun ataupun serangga/hama, maka dapat terbentuk lebih dari satu lingkaran tahun (lingkaran tumbuh) dalam satu musim yang sama.

2.3.2.6 Jari-jari

Jari – jari diukur dari luar ke dalam, berpusat pada sumbu batang. Jari – jari berfungsi sebagai tempat saluran bahan makanan yang mudah diproses di daun guna pertumbuhan pohon.

2.4 Metoda Pengenalan Kayu

Untuk mengenal/menentukan suatu jenis kayu, tidak selalu dilakukan dengan cara memeriksa kayu dalam bentuk log (kayu bundar), tetapi dapat dilakukan dengan memeriksa sepotong kecil kayu. Penentuan jenis kayu dalam bentuk log, pada umumnya dengan cara memperhatikan sifat-sifat kayu yang mudah dilihat seperti penampakan kulit, warna kayu teras, arah serat, ada tidaknya getah dan sebagainya.

Klasifikasi kualitas kayu dibedakan menjadi beberapa macam yaitu:

Kayu lunak diantaranya adalah pinus, balsa, dan lain – lain. Kayu sedang diantaranya adalah mahoni, meranti, dan lain – lain. Kayu keras diantaranya adalah ulin, pilang, dan lain – lain. Dan kayu sangat keras diantaranya adalah balu, gelam, dan lain – lain berat suatu jenis kayu tergantung dari jumlah zat kayu yang tersusun, rongga – rongga sel atau jumlah pori – pori, kadar air yang dikandung dan zat – zat ekstraktif di dalamnya.

Penentuan beberapa jenis kayu dalam bentuk olahan (kayu gergajian, moulding, dan sebagainya) masih mudah dilakukan dengan hanya memperhatikan sifat-sifat kasar yang mudah dilihat. Sebagai contoh, kayu jati (*Tectona grandis*) memiliki gambar lingkaran tumbuh yang jelas). Namun apabila kayu tersebut diamati dalam bentuk barang jadi, dimana sifat-sifat fisik asli tidak dapat dikenali lagi karena sudah dilapisi dengan cat, maka satu-satunya cara yang dapat dipergunakan untuk menentukan jenisnya adalah dengan cara memeriksa sifat anatomi/strukturnya. Demikian juga untuk kebanyakan kayu di Indonesia, dimana antar jenis kayu sukar untuk dibedakan, cara yang lebih lazim dipakai dalam penentuan jenis kayu adalah dengan memeriksa sifat anatominya (sifat struktur).

Pada dasarnya terdapat 2 (dua) sifat utama kayu yang dapat dipergunakan untuk mengenal kayu, yaitu *sifat fisik* (disebut juga *sifat kasar* atau *sifat makroskopis*) dan *sifat struktur* (disebut juga *sifat mikroskopis*). Secara obyektif, sifat struktur atau mikroskopis lebih dapat diandalkan dari pada sifat fisik atau makroskopis dalam mengenal atau menentukan suatu jenis kayu. Namun untuk mendapatkan hasil yang lebih dapat dipercaya, akan lebih baik bila kedua sifat ini dapat dipergunakan secara bersama-sama, karena sifat fisik akan mendukung sifat struktur dalam menentukan jenis.

2.4.1 Transformasi Fourier

Analisa sinyal suara yaitu digunakan untuk mengetahui sinyal suara pada kayu yang terintegrasi pada komputer dengan menggunakan transformasi forier. Suatu fungsi periodik dapat diuraikan menjadi komponen – komponen sinus. Penguraian ini tidak lain adalah pernyataan fungsi periodik ke – dalam deret

Fourier. Jika $f(t)$ adalah fungsi periodik yang memenuhi persyaratan Dirichlet, maka $f(t)$ dapat dinyatakan sebagai deret Fourier :

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\omega_0 t) + b_n \sin(n\omega_0 t)] \quad (2.1)$$

yang dapat kita tuliskan sebagai;

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} [\sqrt{a_n^2 + b_n^2} (\cos(n\omega_0 t - \theta_n))] \quad (2.2)$$

Koefisien Fourier a_0 , a_n , dan b_n ditentukan dengan hubungan berikut:

$$a_0 = \frac{1}{T_0} \int_{-T_0/2}^{T_0/2} f(t) dt \quad (2.3)$$

$$a_n = \frac{2}{T_0} \int_{-T_0/2}^{T_0/2} f(t) \cos(n\omega_0 t) dt ; n > 0 \quad (2.4)$$

$$b_n = \frac{2}{T_0} \int_{-T_0/2}^{T_0/2} f(t) \sin(n\omega_0 t) dt ; n > 0 \quad (2.5)$$

2.4.2 Fast Fourier Transform (FFT)

Algoritma lain yang lebih cepat adalah menggunakan FFT. Prinsip kerjanya adalah membagi sinyal hasil penyamplingan menjadi beberapa bagian yang kemudian masing – masing bagian diselesaikan dengan algoritma yang sama dan hasilnya dikumpulkan kembali. Algoritma FFT tersebut adalah proses iterasi sequence data dilakukan secara berbeda dan memanfaatkan fungsi kernel yang memiliki sifat yang simetris pada suatu nilai tertentu dalam satu periode suatu sinyal. Jenis lain FFT yang sudah digunakan adalah paralel FFT dimana sequence data dikerjakan dengan menggunakan parallel computing sehingga proses transformasi akan lebih cepat.

Berawal dari DFT-N data,

$$X(m) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j2\pi nm/N} \quad (2.6)$$

$X(n)$ dipilah menjadi genap dan ganjil sehingga persamaannya menjadi

$$X(m) = \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n) e^{-j2\pi (2n)m/N} + \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n+1) e^{-j2\pi (2n+1)m/N} \quad (2.7)$$

$$= \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n) e^{-j2\pi (2n)m/N} + e^{-j2\pi m/N} \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n+1) e^{-j2\pi (2n)m/N} \quad (2.8)$$

Dengan mendefinisikan $W_N = e^{-j2\pi/N}$, persamaan (2.9) menjadi

$$X(m) = \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n) W_N^{2nm} + W_N^m \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n+1) W_N^{2nm} \quad (2.10)$$

Karena $W_N^2 = e^{-j(2\pi/N)2} = e^{-j(\frac{2\pi}{N/2})}$, maka $W_N^2 = W_{N/2}$ jadi persamaan (2.11) menjadi

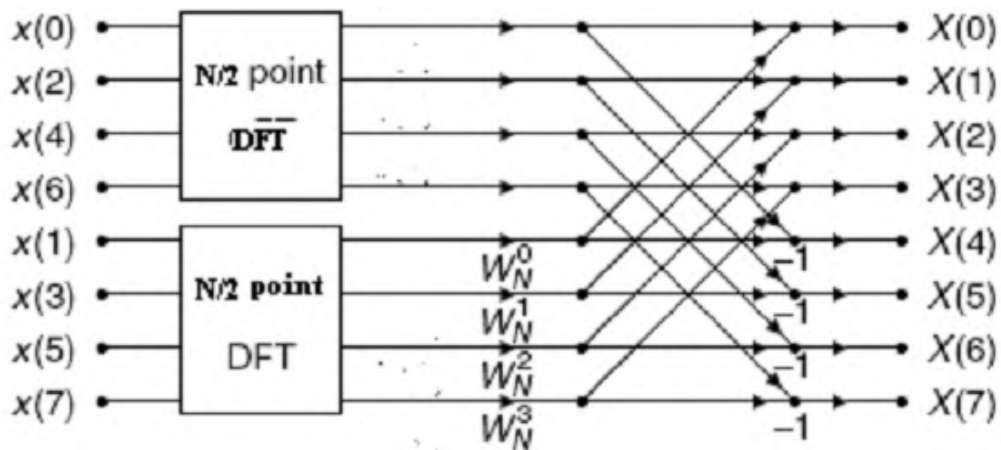
$$X(m) = \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n) W_{N/2}^{nm} + W_N^m \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n+1) W_{N/2}^{nm} \quad (2.12)$$

Setelah domain waktu dibagi dua, maka frekuensi juga menjadi menjadi dua yaitu;

$$X(m + N/2) = \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n) W_{N/2}^{n(m+\frac{N}{2})} + W_N^{(m+\frac{N}{2})} \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n+1) W_{N/2}^{n(m+\frac{N}{2})} \quad (2.13)$$

$$= \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n) W_{N/2}^{nm} - W_N^m \sum_{n=0}^{(N/2)-1} x(2n+1) W_{N/2}^{nm} \quad (2.14)$$

Persamaan (2.11) dan (2.12) merupakan FFT radix – 2 *Decimation in Time* dimana sequence data dipilah menjadi 2 bagian menjadi genap dan ganjil, serta menggambarkan gabungan dua DFT $N/2$ data. Penggunaan sifat periodik dari fungsi kernel membuat perhitungan menjadi lebih efisien karena cukup mengganti tanda operasi menjadi minus. Secara sederhana persamaan (2.12) dan (2.14) digambarkan menggunakan diagram kupu-kupu (butterfly diagram) yaitu:



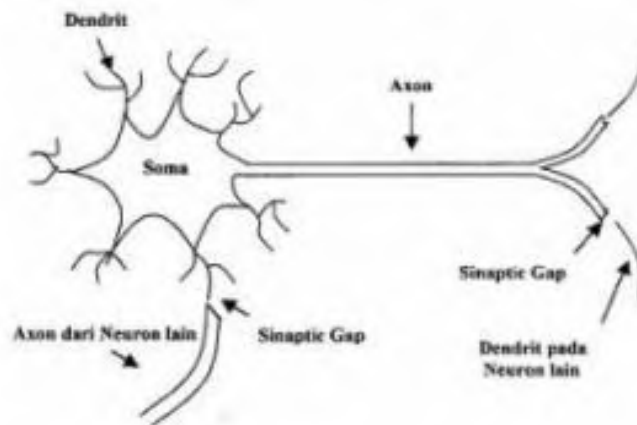
Gambar 2.4 Diagram kupu-kupu (butterfly diagram) FFT Radix-2 DIT (*Decimation in Time*)

Perbandingan waktu yang dibutuhkan untuk menjalankan perintah program DFT dan FFT dengan resolusi 1/10 Hz, secara numerik algoritma DFT lebih teliti karena setiap perhitungan dilakukan secara menyeluruh. Namun hal ini membawa konsekuensi waktu yang dibutuhkan lebih lama. Algoritma FFT merupakan solusi untuk mengatasi masalah waktu dengan memanfaatkan sifat unik dari fungsi kernel yang periodik pada nilai-nilai tertentu (Riyanto dkk., 2009).

2.4.3 Neural Network

Neural Network adalah suatu metode komputasi yang meniru sistem jaringan saraf biologis. Metode ini menggunakan elemen perhitungan non-linier dasar yang disebut neuron yang diorganisasikan sebagai jaringan yang saling berhubungan, sehingga mirip seperti jaringan saraf manusia. Jaringan saraf tiruan dibentuk untuk memecahkan suatu masalah tertentu seperti pengenalan pola atau klasifikasi karena proses pembelajaran.

Sel syaraf biologis atau disebut juga Neuron memiliki tiga komponen penyusun yang saling bekerja sama untuk mengolah sinyal-sinyal informasi. Tiga komponen tersebut adalah dendrit, badan sel dan axon seperti tampak pada gambar 2.3 dibawah ini



Gambar 2.5 Struktur sel syaraf (Sumandari,2009)

Dendrit merupakan serabut syaraf yang bercabang-cabang pendek dan berjumlah lebih dari satu ini bertugas menerima sinyal dari neuron lain. Sinyal listrik ini dilewatkan melalui celah sinapsis (sianapsis gap) yang pada perjalanan biologisnya terjadi proses kimiawi dengan penskalaan frekuensi sinyal, pada Neural Network proses ini disebut pembentukan bobot. Sinyal yang diterima diolah oleh badan sel dan kemudian dijumlahkan.

Terdapat tiga komponen yang penting dalam model matematika. Pertama adalah bobot (weight) yang berfungsi sebagai sipnasis, kekuatan koneksi antara input dan neuron dituliskan dalam nilai bobot. Yang kedua adalah penjumlah (adder) yang berfungsi sebagai sel syaraf. Penjumlah menjumlahkan semua input

yang sudah dimodifikasi oleh bobot. Proses ini mengarah pada kombinasi linier. Yang ketiga adalah fungsi aktivasi (activation function) yang mengendalikan amplitudo output neuron.

Setiap pola-pola informasi input dan output yang diberikan kedalam JST diproses dalam neuron. Neuron-neuron tersebut terkumpul di dalam lapisan-lapisan yang disebut *neuron layers*. Lapisan-lapisan penyusun JST tersebut dapat dibagi menjadi 3, yaitu :

1. Lapisan input

Unit-unit di dalam lapisan input disebut unit-unit input. Unit-unit input tersebut menerima pola inputan data dari luar yang menggambarkan suatu permasalahan.

2. Lapisan tersembunyi

Unit-unit di dalam lapisan tersembunyi disebut unit-unit tersembunyi. Dimana outputnya tidak dapat secara langsung diamati.

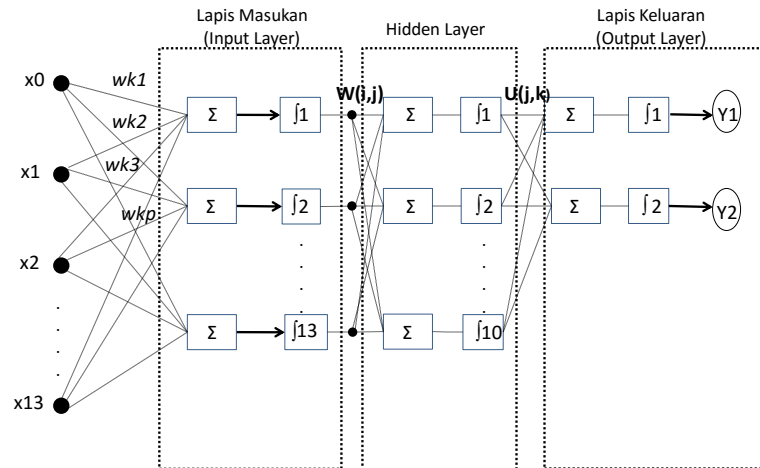
3. Lapisan output

Unit-unit di dalam lapisan output disebut unit-unit output. Output dari lapisan ini merupakan solusi JST terhadap suatu permasalahan.

2.4.4 Backpropagation

Arsitektur Backpropagation merupakan salah satu metode learning dari Neural Network. Neural Network backpropagation terdiri dari tiga jenis layer (lapisan), yaitu input layer (lapisan masukan), output layer (lapisan keluaran) dan hidden layer (lapisan tersembunyi). Setidaknya terdapat satu lapisan tersembunyi pada arsitektur jaringan syaraf backpropagation. Gambar 2.4 merupakan contoh dari struktur jaringan syaraf tiruan backpropagation dengan satu hidden layer. Pada gambar 2.4 input layer terdiri dari variabel input neuron yang digunakan untuk menampung 13 variabel input. Hidden layer terdiri dari 10 unit neuron.

Output layer terdiri dari 2 neuron yang merepresentasikan kondisi pengenalan yang diinginkan



Gambar 2.6 Struktur jaringan saraf tiruan backpropagation

Dimana : x_i input, Y_k output, i node input, j node hidden layer, k node output layer, $W_{i,j}$ bobot pada hidden layer, $U_{j,k}$ bobot pada output layer

2.4.5 Metode Backpropagation

Metode Backpropagation meliputi forward Propagation dan backward propagation. Langkah-langkah algoritma backpropagation:

1. inisialisasi bobot
2. melakukan forward propagation
3. melakukan backward propagation
4. memperbaharui (update) bobot
5. melakukan langkah 2 s/d 4 sampai diperoleh error yang diinginkan atau sampai perulangan tertentu

Prinsip utama dari Neural Network dengan metode Backpropagation adalah untuk mendapatkan bobot (Weight) dengan memperhatikan error sekecil

mungkin. Error merupakan selisih antara target yang diharapkan dengan output yang diperoleh. Dimana error didapat dengan menggunakan persamaan di bawah:

$$e(k) = d(k) - \sum_{i=0}^N w_i(k).x_i(k) \quad (2.15)$$

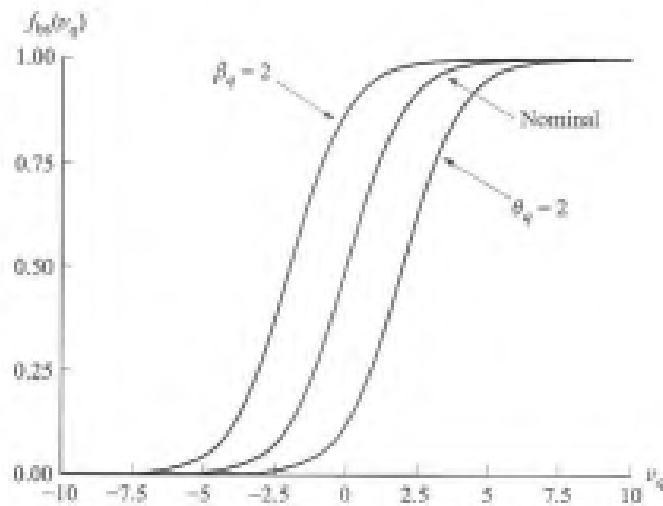
Dimana: $e(k)$ error power, $d(k)$ target, $w_i(k).x_i(k)$ output yang diperoleh.

Untuk mengetahui kehandalan jaringan maka dihitung Mean Square Error (MSE) dengan persamaan:

$$MSE = \frac{1}{2} E(e^2(k)) \quad (2.16)$$

2.4.6 Forward Propagation

Forward Propagation atau propagasi maju dilakukan dengan menggunakan fungsi aktivasi yang telah ditentukan. Salah satu fungsi aktivasi adalah Binary Sigmoid Function.



Gambar 2.7 Fungsi aktivasi biner

$$f(y) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha.y}} \quad (2.17)$$

Sedang fungsi derivatife dari binary sigmoid function :

$$\frac{df(y)}{dy} = \alpha \cdot f(y)[1 - f(y)] \quad (2.18)$$

Proses propagasi maju ini akan terus dilakukan hingga error lebih kecil dari error yang ditoleransi. Jika error masih lebih besar dari toleransi error, maka proses berikutnya adalah Backward Propagation (Propagasi mundur) sekaligus dengan proses update bobot (weight).

2.4.7 Backward Propagation

Pada backward propagation, dilakukan proses penjumlahan perkalian bobot dengan arah mundur, yaitu dari output menuju input. Dalam feedback propagation, terdapat variabel learning rate (μ) dan momentum (α).

Learning rate menggambarkan besarnya porsi yang digunakan untuk menghitung perubahan bobot pada koreksi bobot. Besarnya nilai learning rate akan mempengaruhi waktu learning yang dibutuhkan. Dalam prakteknya, dipilih nilai learning rate sebesar mungkin tanpa mengakibatkan osilasi. Salah satu cara menghindari osilasi yaitu membuat perubahan bobot (delta weight) bergantung pada perubahan bobot sebelumnya dengan memasukan variabel momentum. Proses learning dapat dirumuskan:

$$\Delta w_{ji}(k+1) = \mu \cdot \delta_j(k) \cdot x_{out,i}(k) + \alpha \cdot \Delta w_{ji}(k-1) \quad (2.19)$$

Dimana $\Delta w_{ji}(k+1)$ Bobot yang baru, $\Delta w_{ji}(k-1)$ = Bobot sebelumnya, μ learning Rate, α momentum update, δ delta error

Pada proses perbaharui bobot ada unsur delta error dalam perhitungan. Oleh karena itu perlu dicari delta error. Delta error untuk hidden layer dengan output layer berbeda. Dimana delta error untuk output layer

$$\delta_j^{(s)} = (d_{qh} - x_{out,j}^{(s)}) \cdot g(v_j^{(s)}) \quad (2.20)$$

Dimana $\delta_j^{(s)}$ output error, d_{qh} target, $x_{out,j}^{(s)}$ = output yang diperoleh, $g(v_j^{(s)})$ derivatif dari fungsi aktivasi yang dipilih.

Sedang untuk hidden layer error menggunakan persamaan:

$$\delta_j^{(s)} = \left(\sum_{h=1}^{s+1} \delta_h^{s+1} \cdot w_{i,j}^{(s+1)} \right) \cdot g(v_j^{(s)}) \quad (2.21)$$

dimana δ_h^{s+1} error hidden layer, $w_{i,j}^{(s+1)}$ bobot hidden layer

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3

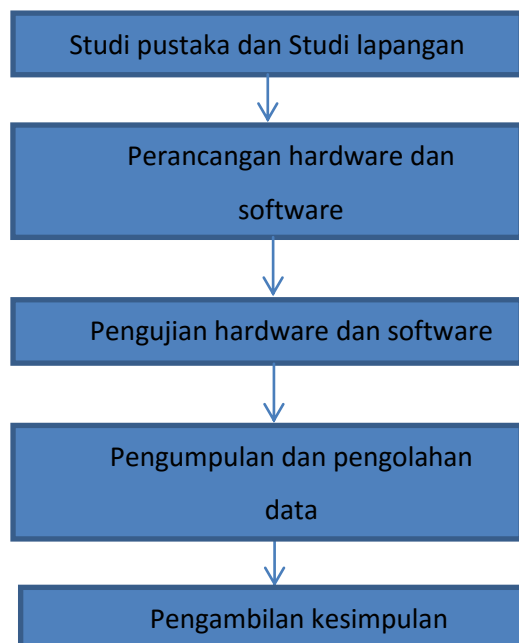
METODA PENELITIAN

Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini seperti diagram blok yang ditunjukkan pada Gambar 3.1. Tahapan-tahapan yang dilakukan adalah studi pustaka, perancangan sebuah sistem dan pembuatan alat, pengujian alat, pengumpulan dan pengolahan data, analisa data dan pengambilan kesimpulan.

3.1 Studi Pustaka dan Studi Lapangan

Studi pustaka dan studi lapangan pada penelitian ini meliputi studi mengenai:

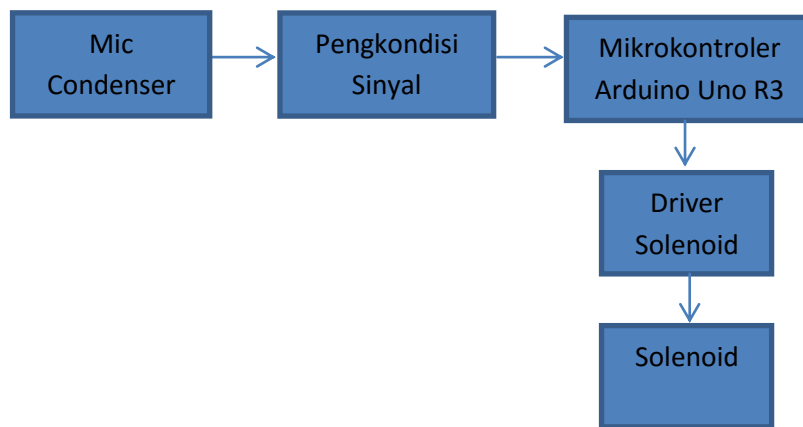
- Mengkaji literatur melalui media pembelajaran seperti pada internet dan buku.
- Melakukan studi pada industri kayu untuk mengetahui karakteristik dari kayu.



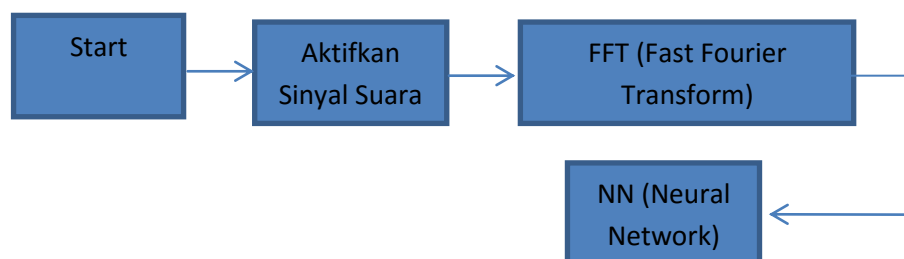
Gambar 3.1 Diagram Blok Tahap Pelaksanaan Penelitian

3.2 Perancangan hardware dan software

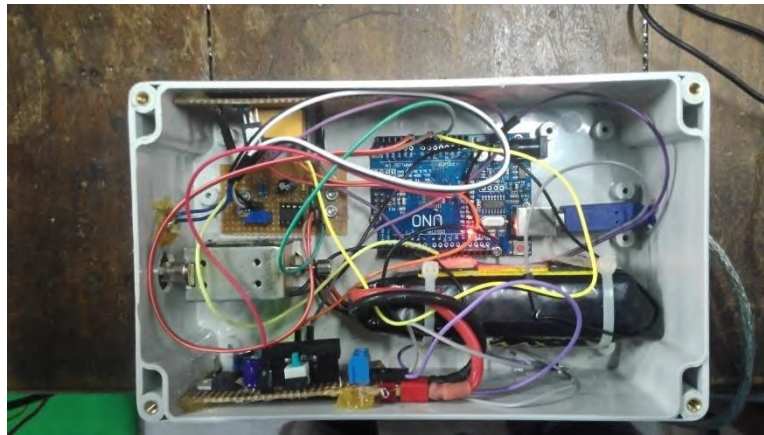
Pada penelitian ini menjelaskan tentang hardware dan software yang akan dibuat. Pada perancangan hardware, urutannya mulai dari power supply berupa battery lippo 11.1 V dan arus 2200mAH, kemudian perancangan rangkaian regulator 7805 untuk menurunkan tegangan menjadi 5 V. Power supply 5 V untuk mengaktifkan mikrokontroler dan 11.1 V untuk mengaktifkan driver solenoid. Solenoid digunakan untuk memukul kayu sehingga diperoleh tekanan pukulan yang konsisten. Sedangkan pada perancangan software menggunakan interface Delphi 7. Dimulai dari start untuk mengirimkan perintah berupa karakter 'A' pada mikrokontroler untuk mengaktifkan solenoid. Ketika solenoid aktif maka sinyal suara akan diambil sebanyak jumlah data FFT (NFFT) yang dicuplik. Setelah itu dilakukan algoritma FFT untuk mengetahui spektrum sinyal pada tiap kayu dan dilakukan algoritma Neural Network untuk identifikasi kualitas dari kayu.



Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Hardware



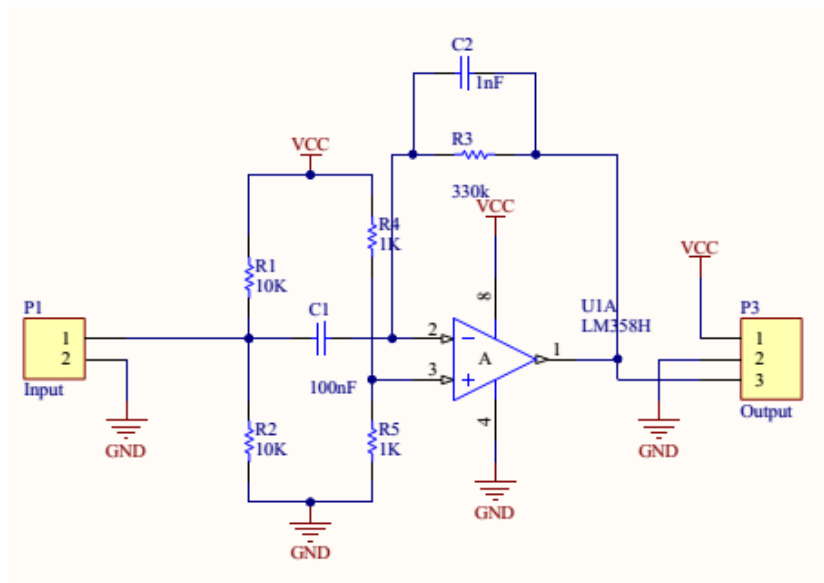
Gambar 3.3 Diagram Blok Perancangan Software



Gambar 3.4 Mekanik hardware yang telah dirancang

3.2.1. Perancangan rangkaian mic condensor

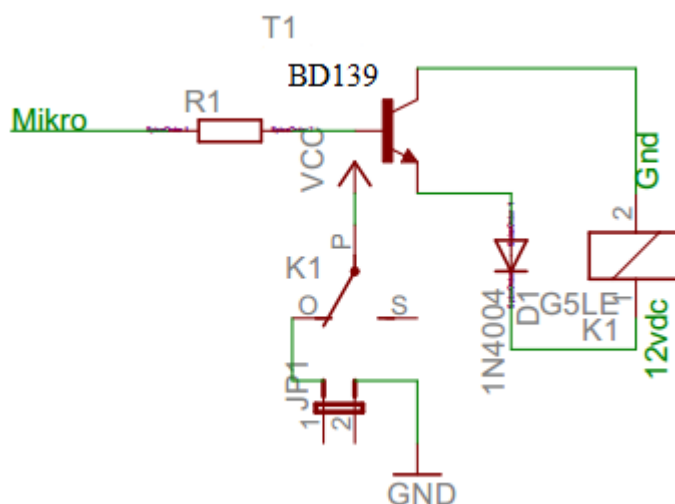
Pada gambar 3.5 menjelaskan tentang rangkaian pengondisian sinyal yang terdiri dari rangkaian penguatan, rangkaian pengangkat sinyal, rangkaian bias mikropon, dan rangkaian filter. Rangkaian penguatan berfungsi untuk menguatkan sinyal dari mic condenser yang ada pada R3 dan R2 dengan menggunakan rumus $A = \frac{R3}{R2}$. Rangkaian pengangkat sinyal berfungsi untuk mengangkat sinyal keluaran dari mic condenser menjadi positif. Rangkaian bias mikropon adalah rangkaian untuk memfilter sinyal suara yang terlalu tinggi. Sedangkan untuk rangkaian filter adalah untuk membatasi frekuensi yang hanya terdapat pada pukulan kayu. Rangkaian ini terdiri dari filter high pass dan low pass filter dengan menggunakan rumus $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$



Gambar 3.5 rangkaian pengkondisi sinyal

3.2.2 Perancangan driver solenoid

Pada gambar 3.6 menjelaskan tentang driver atau rangkaian untuk mengaktifkan solenoid menggunakan relay 12 V dc sebagai switch dan transistor sebagai penguatan. Prinsip kerja rangkaian ini adalah ketika ada sumber tegangan dari kontaktor relay, maka arus akan berjalan dan melewati transistor BD139. Transistor inilah yang akan mengaktifkan solenoid yang sudah diprogram oleh mikrokontroler.



Gambar 3.6 Rangkaian driver untuk solenoid

3.3 Pengujian hardware dan software

Pada penelitian ini menjelaskan tentang pengujian dari alat pemukul kayu. Pengujian dilakukan langsung pada kayu untuk melihat spektrum pada tiap jenis kayu dengan menggunakan FFT (Fast Fourier Transform) dan identifikasi dari kualitas kayu dengan menggunakan Neural Network. Pengujian dilakukan dengan bertahap pada masing-masing bagian mulai dari hardware dan software. Pengujian pertama yaitu dimulai dari pengujian rangkaian mic condenser yang telah dibuat sebelumnya. Untuk menguji kebenarannya dilakukan pengecekan dengan menggunakan osiloskop yang terhubung pada speaker sebagai outputan untuk melihat suara yang diinputkan. Ketika suara yang diinputkan melebihi dari nilai referensi maka sinyal suara tersebut akan ditampilkan dan sebaliknya jika kurang dari referensi maka sinyal suara tidak akan dimunculkan. Setelah itu dilakukan pengujian pada mikrokontroler dan PC secara bersamaan untuk melihat sinyal yang keluar dari inputan mikropon dengan melalui komunikasi serial.

3.4 Pengumpulan dan pengolahan data

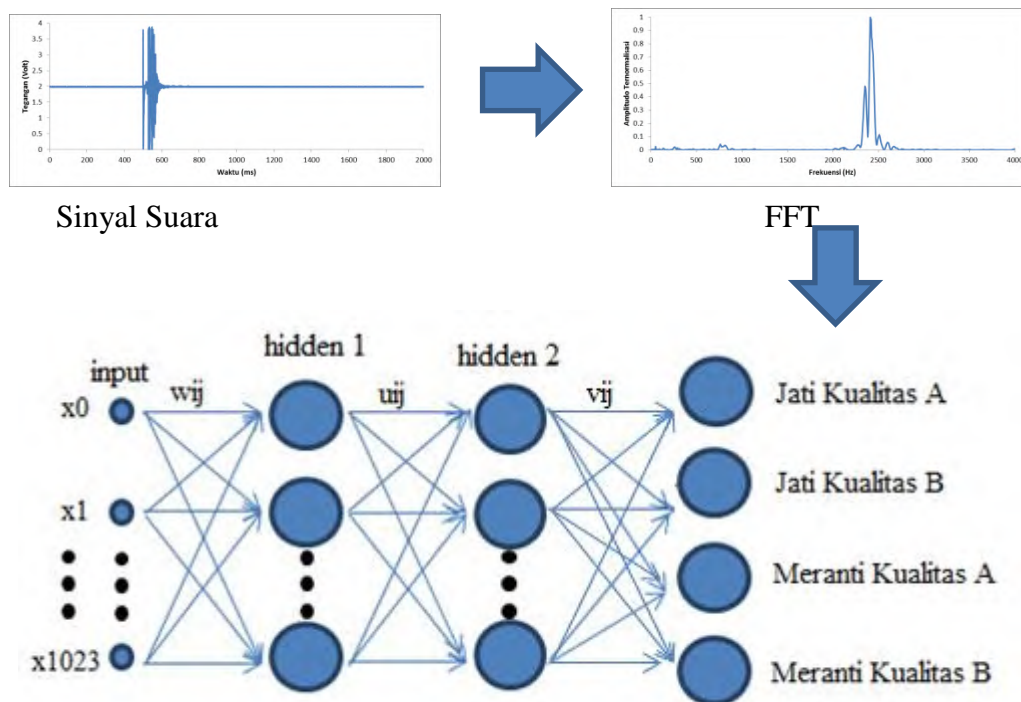
Pada penelitian ini menjelaskan tentang data-data dari pukulan kayu yang sudah direkam pada PC kemudian dilakukan analisa pada tiap data. Pada penelitian dilakukan 15x pengujian untuk masing-masing kayu. Pada pengujian dilakukan uji kayu dalam kategori jenis kayu serta kualitasnya. Kayu yang diujikan adalah jenis kayu jati, meranti, dan kruing. Pada kategori kualitas diambil dua jenis kayu, yaitu kayu jati kualitas A, jati kualitas B dan meranti kualitas A, meranti kualitas B.

3.5 Pengambilan kesimpulan

Pada penelitian ini menjelaskan tentang pengambilan keputusan dari tiap pengujian sebelumnya. Data yang sudah dikumpulkan sebelumnya dianalisa berupa grafik dan nilai dari tiap kayu. Maka akan dapat disimpulkan perbedaan dari tiap jenis kayu dan kualitas dari kayu. Untuk jenis kayu digunakan kayu jati, meranti, dan kruing. Sedangkan untuk kualitas menggunakan satu jenis kayu, namun terdapat 2 kayu pada kategorinya. Yaitu kayu jati kualitas A, jati kualitas kayu B, meranti kualitas A, dan Meranti Kualitas B.

3.6 Prosedur pengambilan suara, FFT, dan Neural Network

Pada prosedur pengambilan suara, nilai sinyal yang diambil adalah mulai dari 530ms sampai dengan 786ms. Pada waktu 530ms terdapat pada index 4240, sedangkan pada waktu 786ms terdapat pada index 6288, sehingga total indexnya adalah 2048. Data ini kemudian digunakan sebagai input FFT sehingga diperoleh $2048/2 = 1024$ komponen frekuensi. Komponen frekuensi ini digunakan sebagai input bagi Neural Network. Data sinyal suara digunakan untuk tahap pelatihan Neural Network. Kemudian Neural network dilakukan pengujian dengan data pukulan yang baru. Prosedur pengambilan suara, FFT, dan Neural Network ditunjukkan pada gambar 3.7.



Neural Network BackPropagation

Gambar 3.7 Prosedur pengambilan suara, FFT, dan Neural Network
BackPropagation

Bentuk desain topologi dengan 1024 input dimana input berasal dari outputan FFT sebanyak 1024 data, dengan 2 layer. Pada layer pertama 100 node, kedua 100 node, dengan 4 output. Pada keluarnya akan mewakili keanggotaan cluster. Nantinya sebelum proses pembelajaran akan diperlukan sebuah kumpulan data yang akan dipelajari oleh sistem. Sistem dibuat dengan menggunakan 2

hidden layer dengan jumlah node yang diatur untuk masing-masing hidden layer. Dengan menggunakan learning rate (Miu) sebesar 0,4 dan Mean Square error (MSE) sebesar 0,001.

Pertama dilakukan Forward dengan memberikan input dan output. Kemudian melakukan setting Random Bobot untuk tiga buah jenis bobot yaitu Wij untuk bobot dari layer input ke hidden 1 dan Uij untuk bobot dari layer hidden ke hidden 2 dan Vij untuk bobot dari layer hidden 2 ke layer Output.

Kemudian mencari nilai total masukkan dan bobot synaptic serta nilai aktifasi untuk nilai keluaran pada masing-masing layer. Dimana:

$$vq = \sum_{j=0}^n w_{qj} x_j$$

$$yq = f(vq) = f \sum_{j=1}^n (w_{qj} x_{j-\theta_q})$$

dimana fungsi biner sigmoid:

$$yq = f_{bs}(vq) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha v_q}}$$

Proses selanjutnya adalah backward yang bertujuan untuk mencari masing-masing error pada tiap output pada masing-masing layer. Pada masing-masing layer menggunakan persamaan yang berbeda, proses dilakukan pada layer ke dua terlebih dahulu dengan persamaan:

$$J(w) = \frac{1}{2} E\{e^2(k)\} = \frac{1}{2} E\{[d(k) - w^T(k)x(k)]^2\}$$

$$\forall J(w) = \frac{1}{2} \frac{\partial e}{\partial w} (k)^2 = w(k)$$

$$= \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial w(k)} [d^2(k) - 2d(k)x^T(k)w(k) + w^T(k)x(k)x^T(k)w(k)]$$

$$= -d(k)w(k) + x(k)x^T(k)w(k) = -d(k)x(k) + w^T(k)x(k)x(k)$$

$$= -d(k)w(k) + x(k)x^T(k)w(k) = -d(k)x(k) + w^T(k)x(k)x(k)$$

$$= -[d(k) - w^T(k)x(k)]x(k) = -e(k)x(k)$$

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

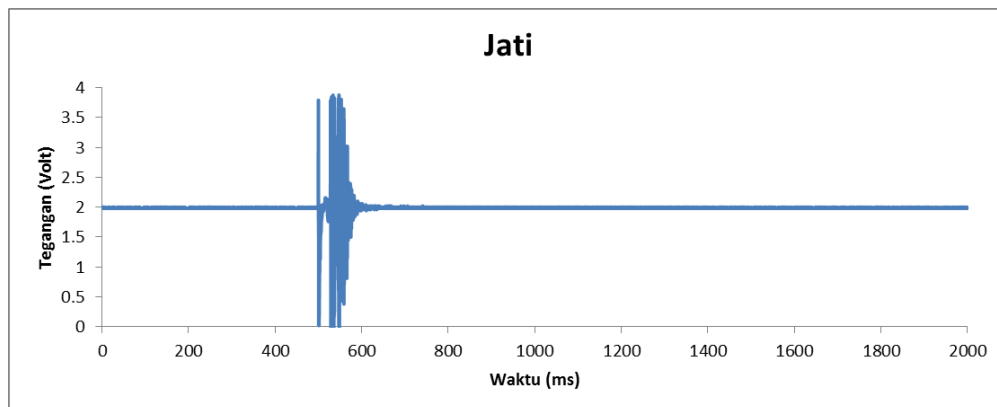
BAB 4

PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

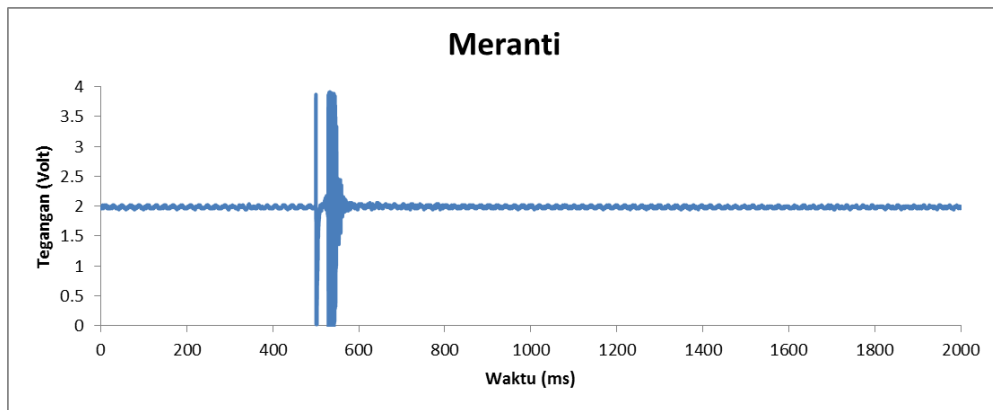
Pada bab ini dijelaskan mengenai pengujian dan analisa terhadap hasil perancangan dan pembuatan sistem pada bab sebelumnya. Pengujian yang dilakukan terdiri dari jenis kayu jati, meranti, dan kruing dengan ukuran (30x5x5cm). Pengujian juga dilakukan terhadap kualitas kayu jati yang berbeda.

4.1 Pengujian kayu jenis jati, meranti, dan kruing

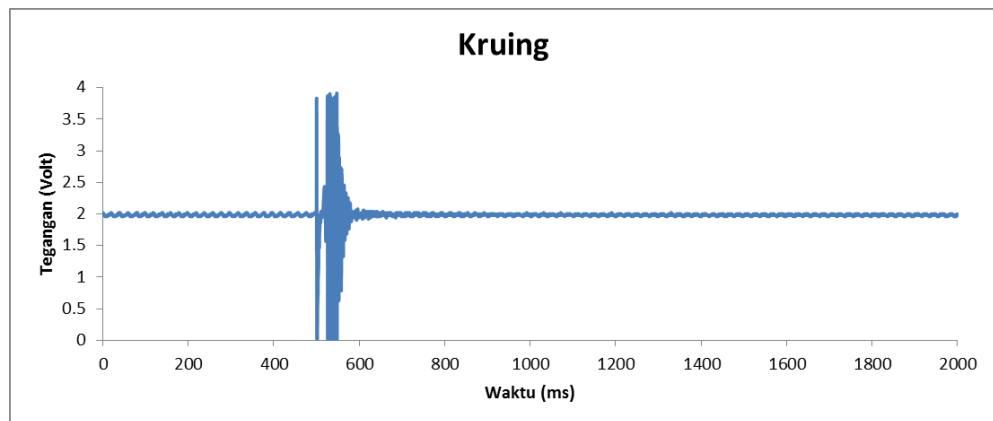
Gambar 4.1, 4.2, dan 4.3 menunjukkan pukulan sinyal suara dari jenis kayu jati, meranti, dan kruing. Pada gambar tersebut menunjukkan sinyal berada pada rentang nilai 530ms sampai dengan 786ms. Jarak antar index sampling adalah 0.125ms sehingga durasi sinyal adalah $0.125\text{ms} \times 2048 = 256\text{ms}$ atau 0.25 detik. Sejumlah data ini digunakan sebagai input Fast Fourier Transform untuk mendapatkan komponen frekuensi dengan jarak antar index frekuensi dalam FFT adalah $1/0.25 \text{ detik} = 4 \text{ Hz}$.



Gambar 4.1 Sinyal Jati

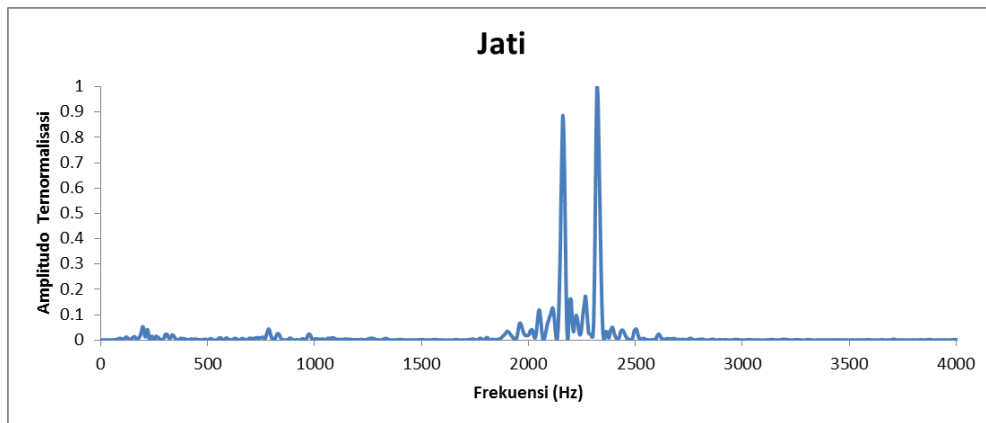


Gambar 4.2 Sinyal Meranti

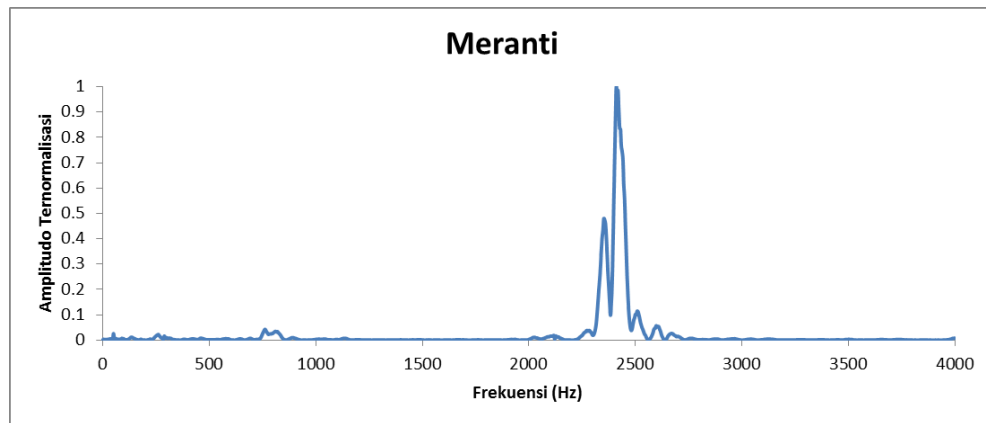


Gambar 4.3 Sinyal Kruing

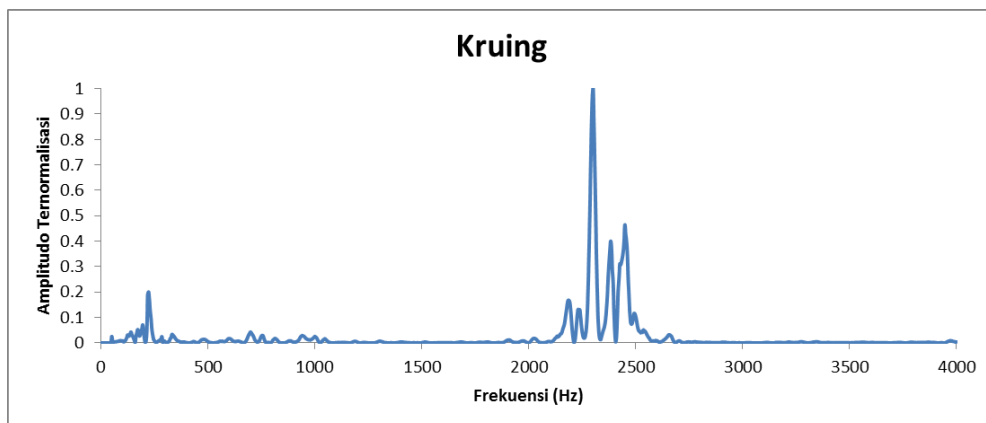
Gambar 4.4, 4.5, dan 4.6 menunjukkan spektrum frekuensi pada tiap jenis kayu, yaitu kayu jati, meranti, dan kruing. Pada gambar 4.4 sinyal menunjukkan dua frekuensi dominan, yaitu pada frekuensi 2316.41 Hz tepat pada amplitudo 0.836 dan frekuensi 2320.31 Hz yang merupakan frekuensi dengan amplitudo yang terbesar. Sedangkan pada gambar 4.5 sinyal menunjukkan frekuensi dominan pada nilai 2410.15 Hz. Pada gambar 4.6 sinyal menunjukkan frekuensi dominan pada nilai 2300.78 Hz. Data untuk masing – masing jenis kayu diulang sebanyak 15 kali pengujian.



Gambar 4.4 Spektrum frekuensi Kayu Jati

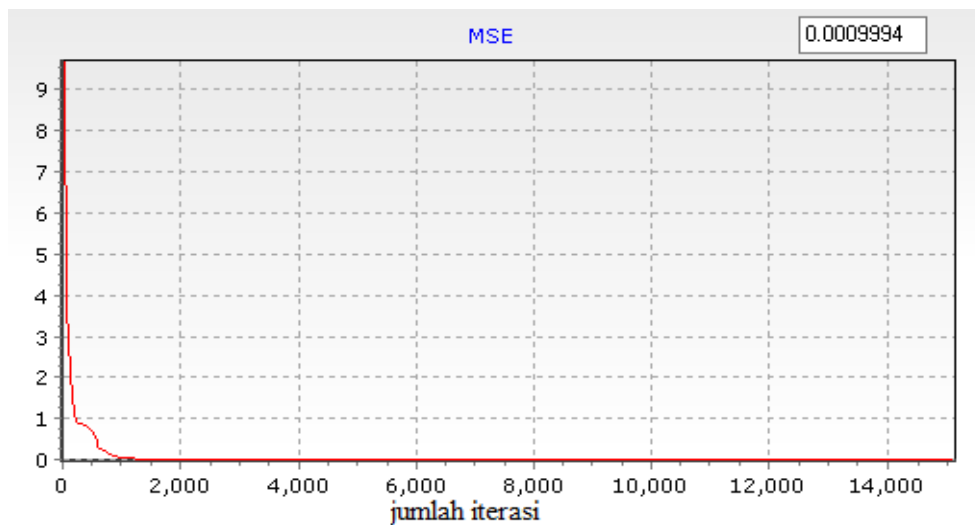


Gambar 4.5 Spektrum frekuensi Kayu Meranti



Gambar 4.6 Spektrum frekuensi Kayu Kruing

4.2 Hasil pengujian jenis kayu

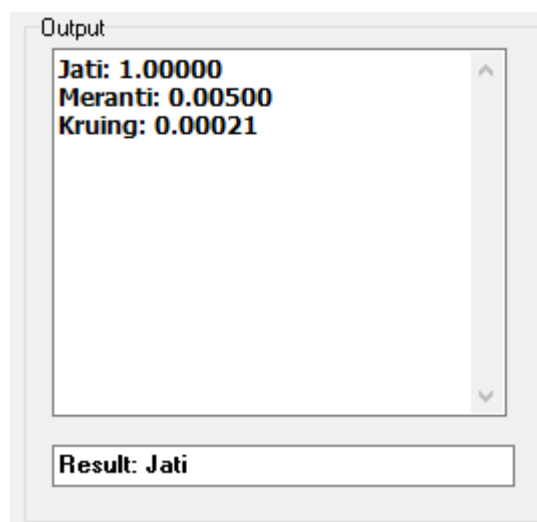


Gambar 4.7 hasil learning pada jenis kayu

Pada gambar 4.7 menjelaskan tentang learning data Neural Network pada 3 jenis kayu, yaitu kayu jati, meranti, dan kruing. Jika MSE mendekati beta dengan nilai 0.001 maka learning akan berhenti. Berarti grafik sudah konvergen. Pada gambar 4.16 grafik berhenti pada nilai MSE 0.0009994.

4.3 Hasil pengujian jenis kayu jati

Klasifikasi hasil Neural Network



Gambar 4.8 Verifikasi Kayu Jati

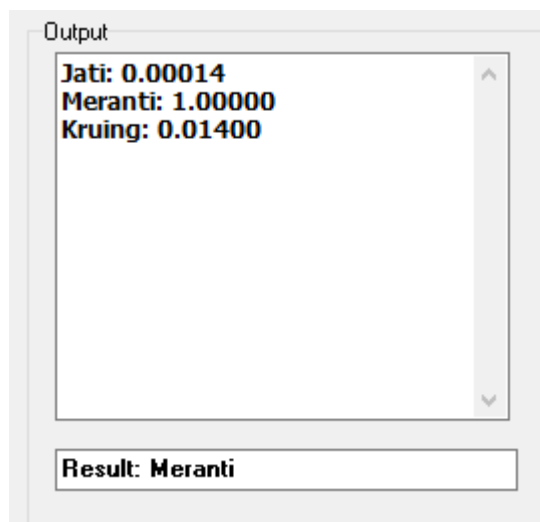
no	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Jati	Jati	Benar
2	Jati	Jati	Benar
3	Jati	Jati	Benar
4	Jati	Jati	Benar
5	Jati	Meranti	Salah

Table 4.1 pengujian jenis kayu jati

Dari tabel 4.1 menunjukkan data yang telah diuji pada jenis kayu jati. Setelah dilakukan 15 x pukulan. 10 pukulan pertama dilakukan sebagai pelatihan. Dan 5 pukulan terakhir dilakukan sebagai verifikasi. Terlihat pada tabel 4.1 menunjukkan kayu memiliki presentasi keberhasilan sebesar 80% untuk jenis kayu jati.

4.4 Hasil pengujian jenis kayu meranti

Klasifikasi hasil Neural Network



Gambar 4.9 Verifikasi Meranti

no	Pengujian	Verifikasi	Hasil
1	Meranti	Meranti	Benar

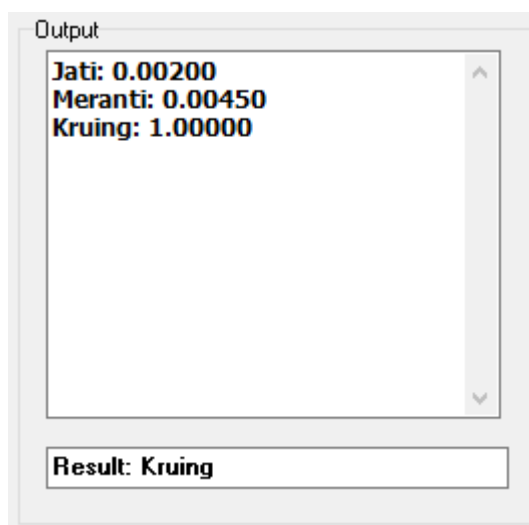
2	Meranti	Meranti	Benar
3	Meranti	Meranti	Benar
4	Meranti	Meranti	Benar
5	Meranti	Meranti	Benar

Table 4.2 pengujian jenis kayu meranti

Dari tabel 4.2 menunjukkan data yang telah diuji pada jenis kayu meranti. Setelah dilakukan 15 x pukulan.10 pukulan pertama dilakukan sebagai pelatihan. Dan 5 pukulan terakhir dilakukan sebagai verifikasi. Terlihat pada tabel 4.2 menunjukkan kayu memiliki presentasi keberhasilan sebesar 100% untuk jenis kayu meranti.

4.5 Hasil pengujian jenis kayu kruing

Klasifikasi hasil Neural Network



Gambar 4.10 Verifikasi Kruing pukulan pertama

no	Pengujian	Verifikasi	Hasil
1	Kruing	Kruing	Benar
2	Kruing	Kruing	Benar
3	Kruing	Kruing	Benar

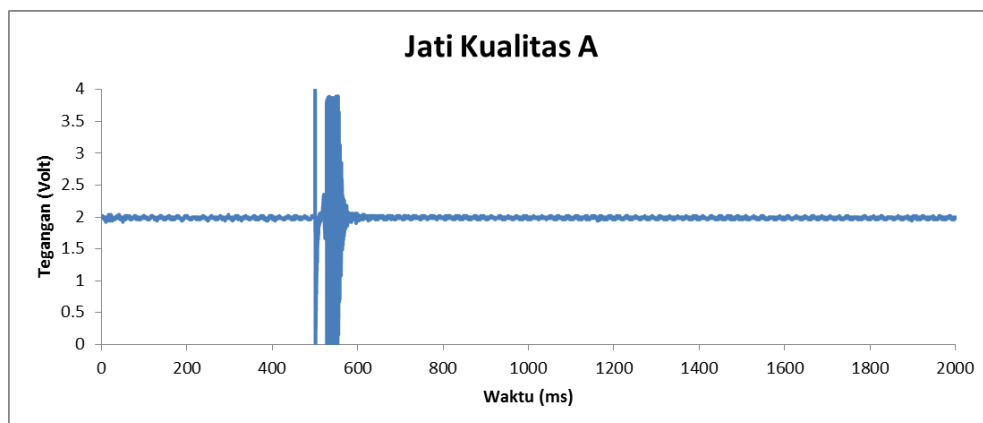
4	Kruing	Kruing	Benar
5	Kruing	Kruing	Benar

Table 4.3 pengujian jenis kayu kruing

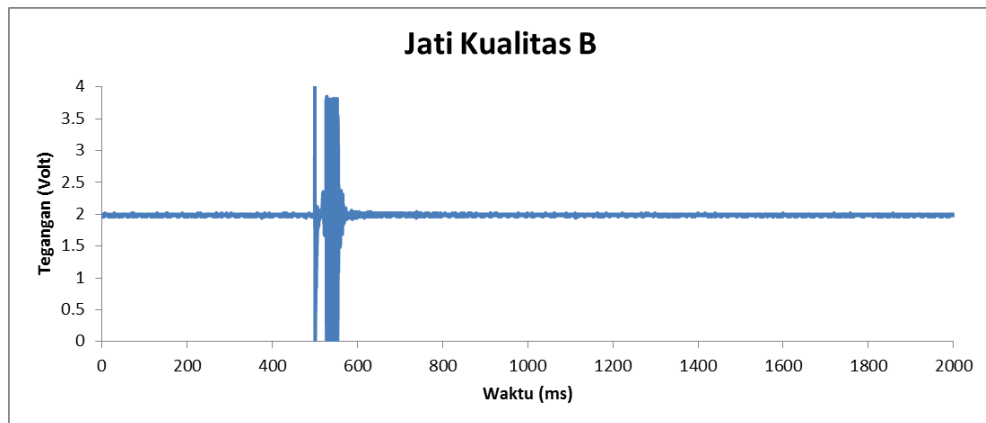
Dari tabel 4.3 menunjukkan data yang telah diuji pada jenis kayu meranti. Setelah dilakukan 15 x pukulan. 10 pukulan pertama dilakukan sebagai pelatihan. Dan 5 pukulan terakhir dilakukan sebagai verifikasi. Terlihat pada tabel 4.3 menunjukkan kayu memiliki presentasi keberhasilan sebesar 100% untuk jenis kayu kruing.

4.6 Pengujian kualitas kayu jati

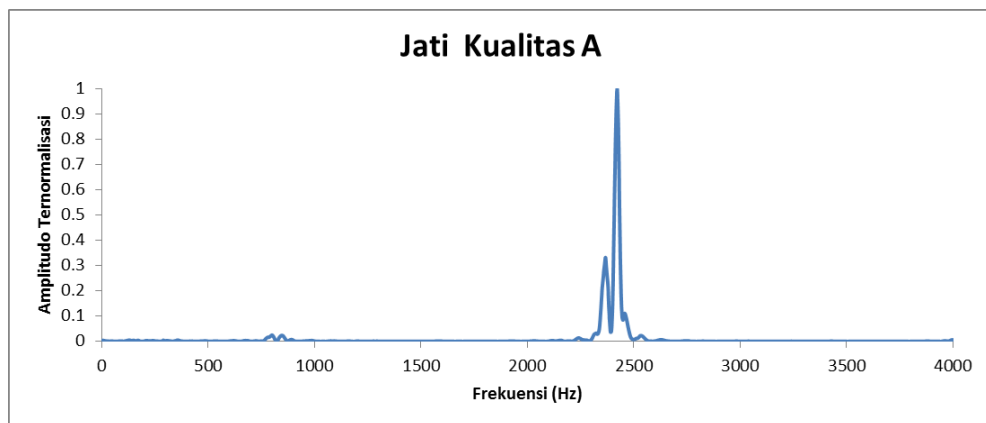
Gambar 4.10, dan 4.11 menunjukkan sinyal dari masing – masing kualitas, yaitu kayu kualitas A dan B. Terlihat pada kayu jati kualitas A dan kayu jati kualitas B menunjukkan pola yang sama, namun pada frekuensi dominan yang berbeda, ditunjukkan pada Gambar 4.12 dan 4.13. Pada kayu jati kualitas A menunjukkan frekuensi dominan 2421.87 Hz. Sedangkan pada kayu jati kualitas B terdapat 2 frekuensi dominan pada 1476.56 Hz dan frekuensi 1480.46875Hz.



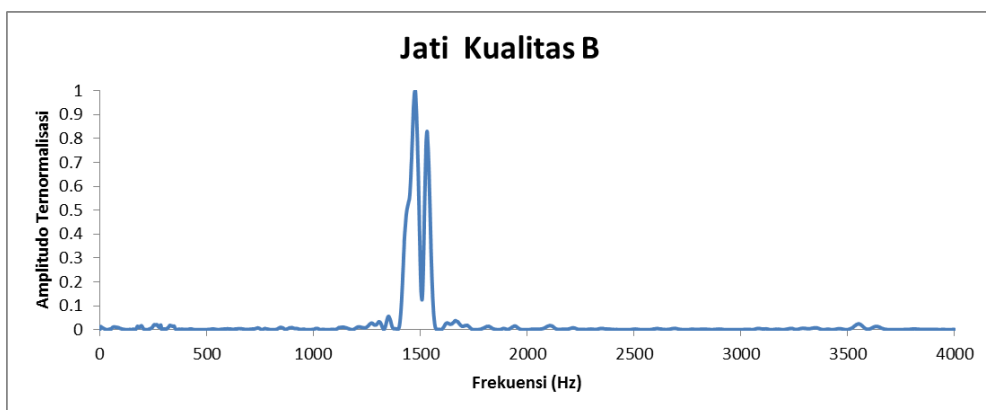
Gambar 4.11 Sinyal jati kualitas A



Gambar 4.12 Sinyal jati kualitas B



Gambar 4.13 Spektrum frekuensi jati kualitas A

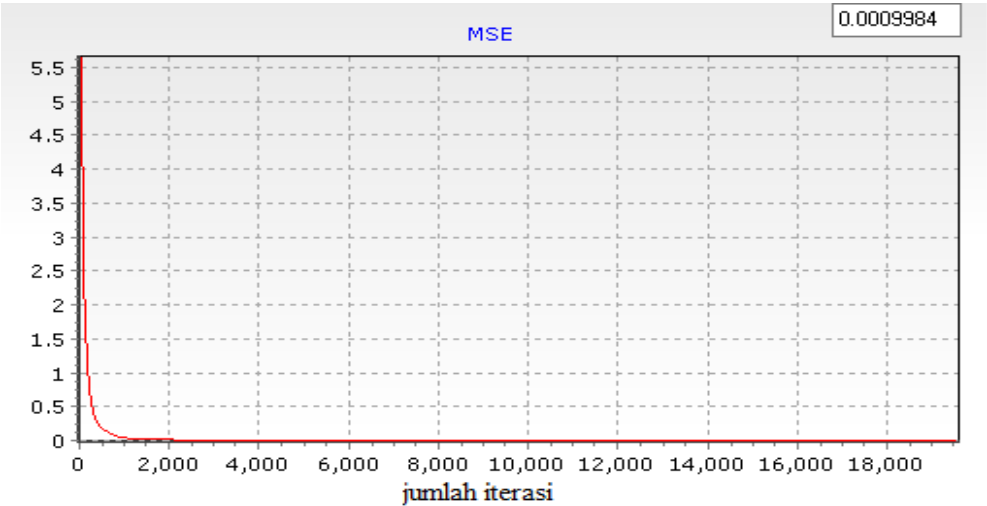


Gambar 4.14 Spektrum frekuensi jati kualitas B

4.7 Hasil pengujian kualitas kayu

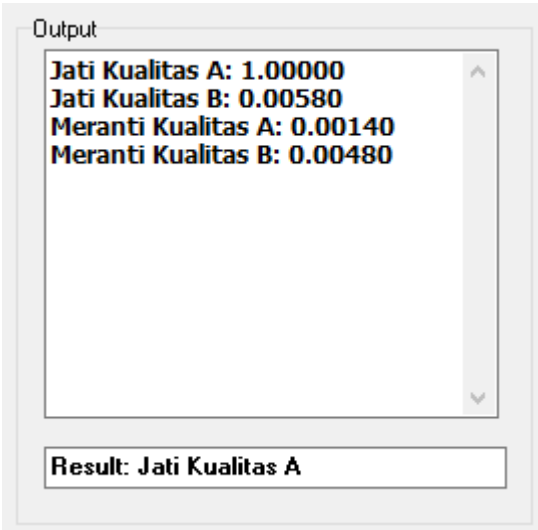
Pada gambar 4.16 menjelaskan tentang learning data Neural Network pada kualitas kayu, yaitu jati kualitas A, jati kualitas B, meranti kualitas A, dan meranti

kualitas B. Jika MSE mendekati beta dengan nilai 0.001 maka learning akan berhenti. Berarti grafik sudah konvergen. Pada gambar 4.17 grafik berhenti pada nilai MSE 0.0009984.



Gambar 4.15 hasil learning pada kualitas kayu

4.8 Hasil pengujian kayu Jati kualitas A



Gambar 4.16 Verifikasi kayu Jati Kualitas A

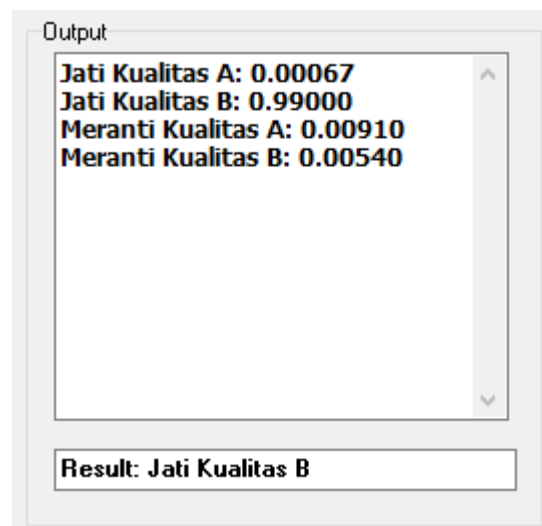
no	pengujian	verifikasi	Hasil
1	Jati Kualitas A	Jati Kualitas A	Benar

2	Jati Kualitas A	Jati Kualitas A	Benar
3	Jati Kualitas A	Meranti Kualitas B	Salah
4	Jati Kualitas A	Jati Kualitas A	Benar
5	Jati Kualitas A	Jati Kualitas A	Benar

Table 4.4 Pengujian kayu jati kualitas A

Dari tabel 4.4 menunjukkan data yang telah diuji pada jenis kayu meranti. Setelah dilakukan 15 x pukulan. 10 pukulan pertama dilakukan sebagai pelatihan. Dan 5 pukulan terakhir dilakukan sebagai verifikasi. Terlihat pada tabel 4.4 menunjukkan kayu memiliki presentasi keberhasilan sebesar 80% untuk kayu jati kualitas A.

4.9 Hasil pengujian kayu jati kualitas B



Gambar 4.17 Verifikasi kayu Jati Kualitas B

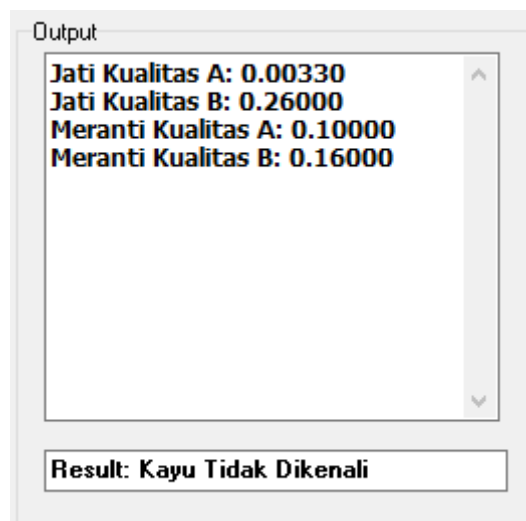
No	pengujian	verifikasi	Hasil
1	Jati Kualitas B	Jati Kualitas B	Benar

2	Jati Kualitas B	Jati Kualitas B	Benar
3	Jati Kualitas B	Jati Kualitas B	Benar
4	Jati Kualitas B	Jati Kualitas B	Benar
5	Jati Kualitas B	Jati Kualitas B	Benar

Table 4.5 pengujian kayu jati kualitas B

Dari tabel 4.5 menunjukkan data yang telah diuji pada jenis kayu meranti. 10 pukulan pertama dilakukan sebagai pelatihan dan 5 pukulan terakhir dilakukan sebagai verifikasi. Terlihat pada tabel 4.4 menunjukkan kayu memiliki presentasi keberhasilan sebesar 100% untuk kayu jati kualitas B.

4.10 Hasil pengujian penutup plastik



Gambar 4.18 Verifikasi penutup plastik

No	pengujian	verifikasi	Hasil
1	Kayu Tidak Dikenal	Kayu Tidak Dikenal	Benar

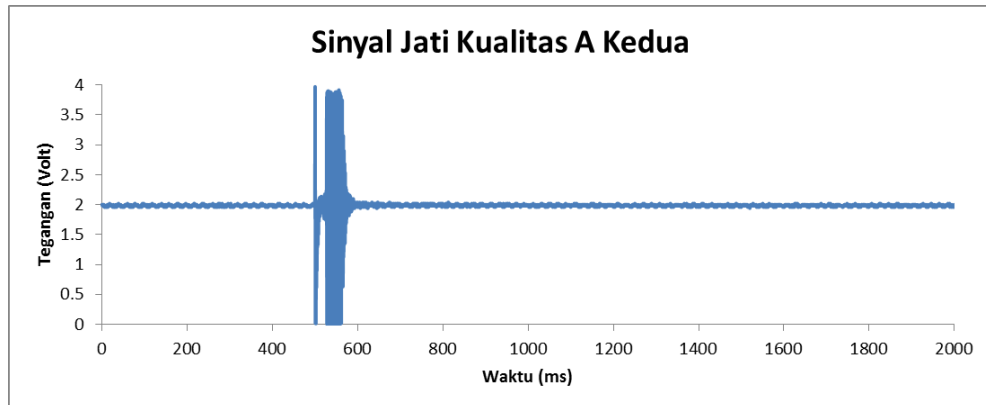
2	Kayu Tidak Dikenal	Kayu Tidak Dikenal	Benar
3	Kayu Tidak Dikenal	Kayu Meranti	Salah
4	Kayu Tidak Dikenal	Kayu Tidak Dikenal	Benar
5	Kayu Tidak Dikenal	Kayu Tidak Dikenal	Benar

Table 4.6 pengujian penutup plastik

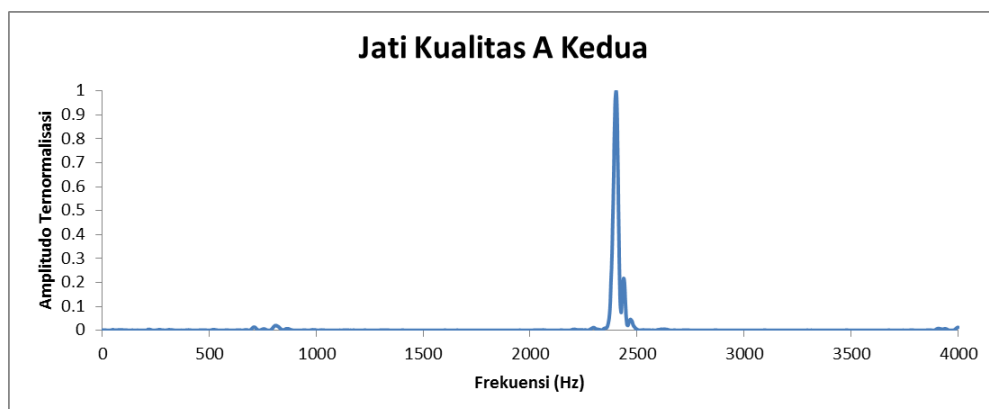
Dari tabel 4.5 menunjukkan data yang telah diuji pada tutup komponen. 10 pukulan pertama dilakukan sebagai pelatihan dan 5 pukulan terakhir dilakukan sebagai verifikasi. Terlihat pada tabel 4.4 menunjukkan kayu memiliki presentasi keberhasilan sebesar 80% untuk penutup plastik.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

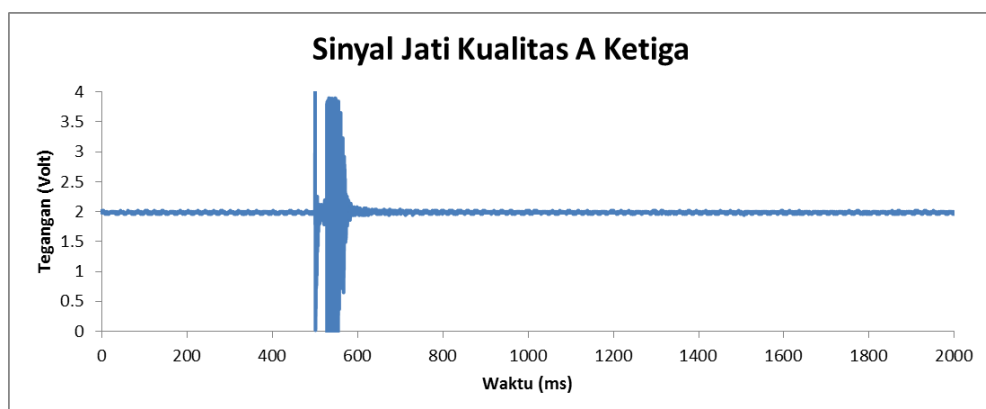
Lampiran



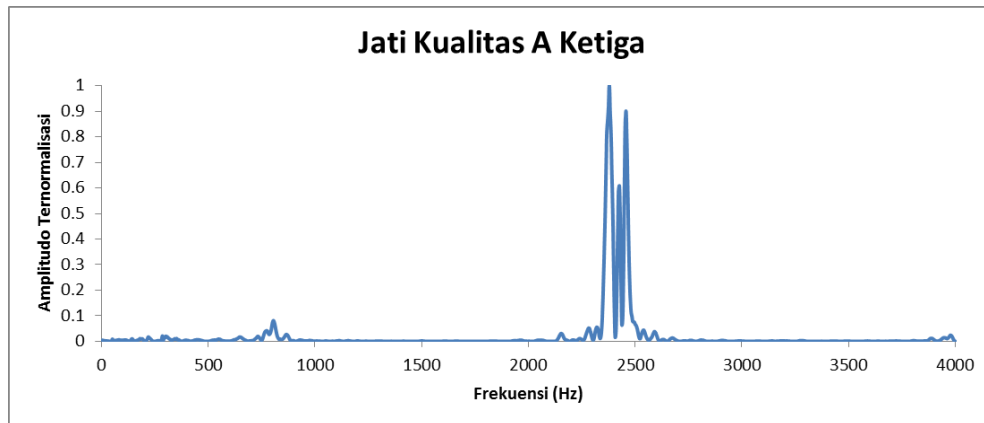
Gambar 1. Sinyal Jati Kualitas A pukulan kedua



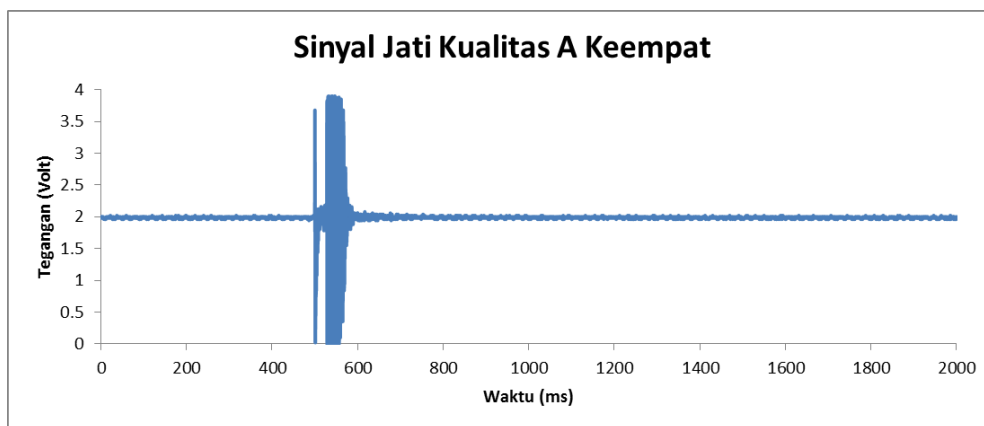
Gambar 2. Spektrum frekuensi Jati Kualitas A pukulan kedua



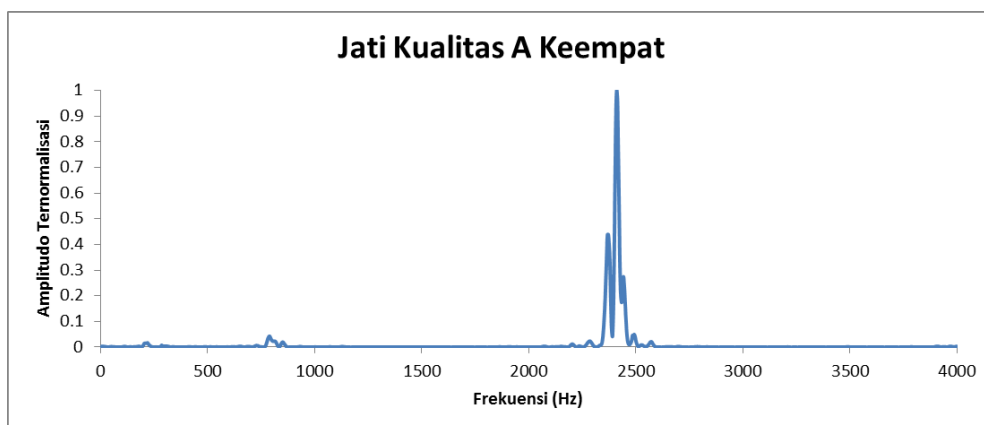
Gambar 3. Sinyal Jati Kualitas A pukulan ketiga



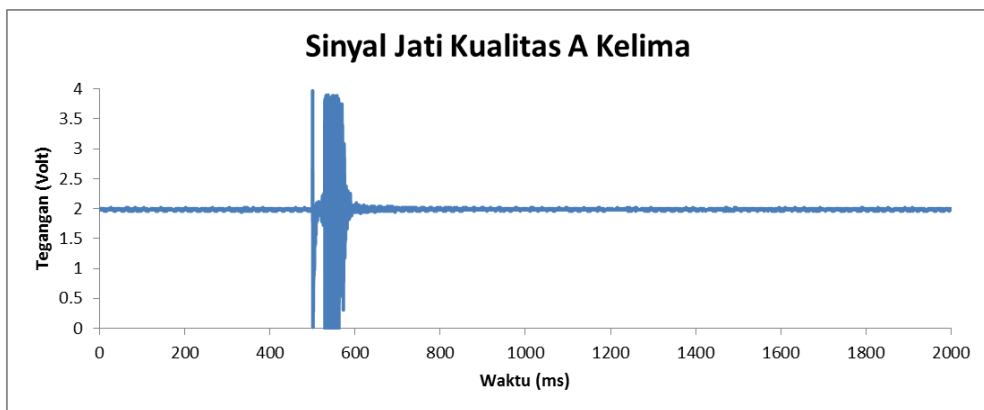
Gambar 4. Spektrum frekuensi Jati Kualitas A pukulan ketiga



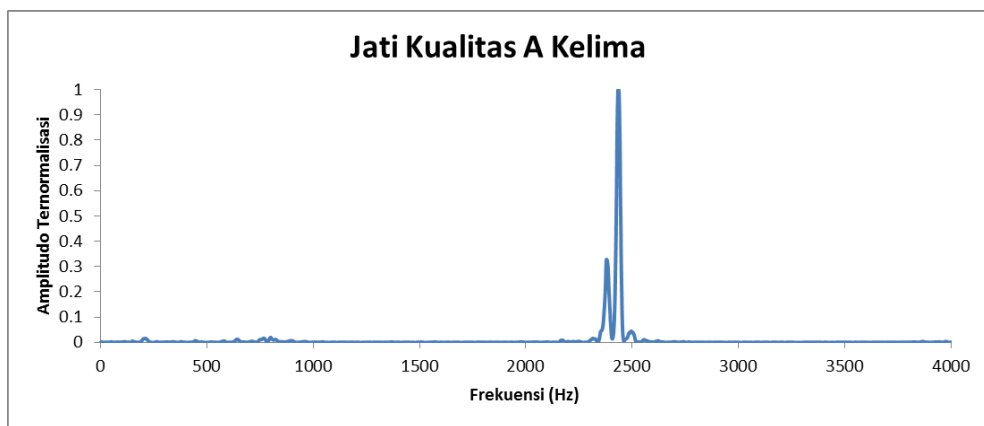
Gambar 5. Sinyal Jati Kualitas A pukulan keempat



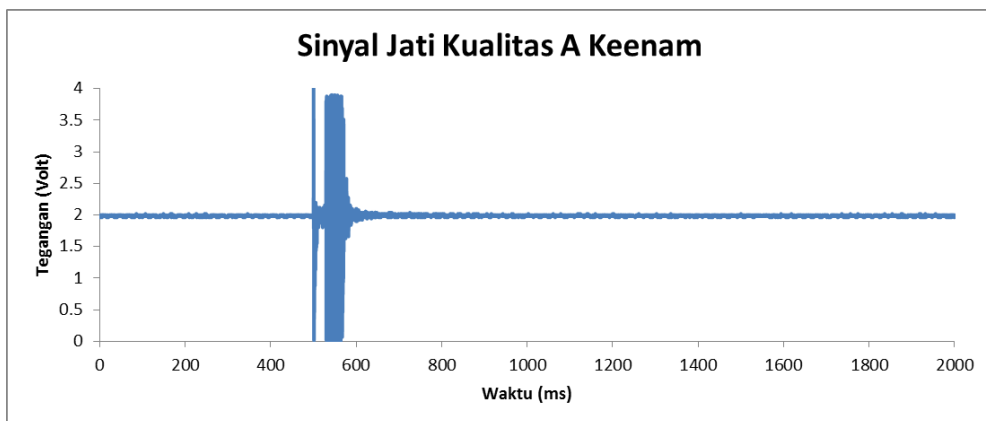
Gambar 6. Spektrum frekuensi Jati Kualitas A pukulan keempat



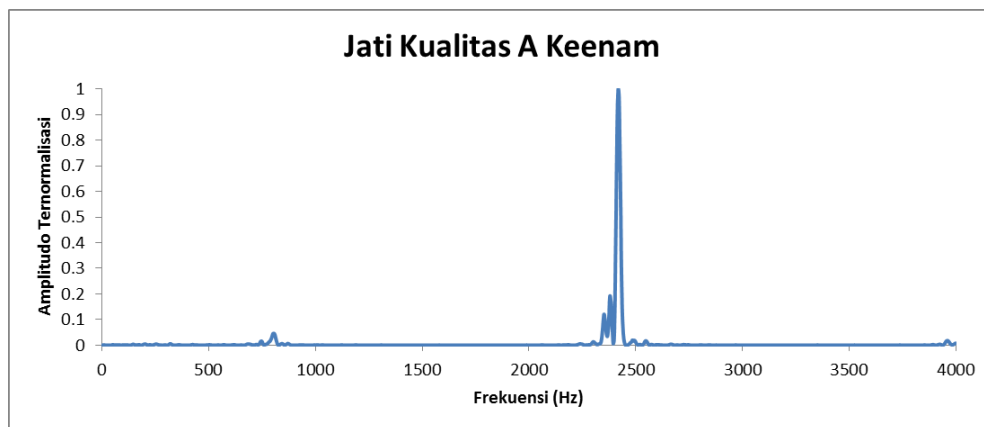
Gambar 7. Sinyal Jati Kualitas A pukulan kelima



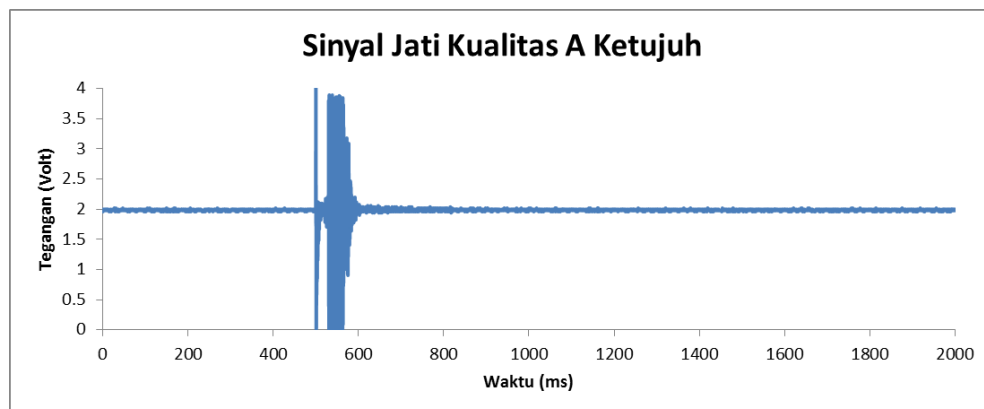
Gambar 8. Spektrum frekuensi Jati Kualitas A pukulan kelima



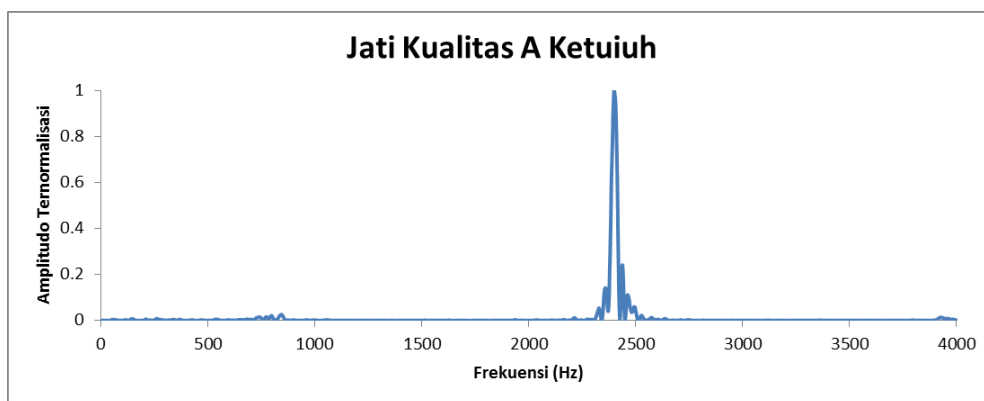
Gambar 9. Sinyal Jati Kualitas A pukulan keenam



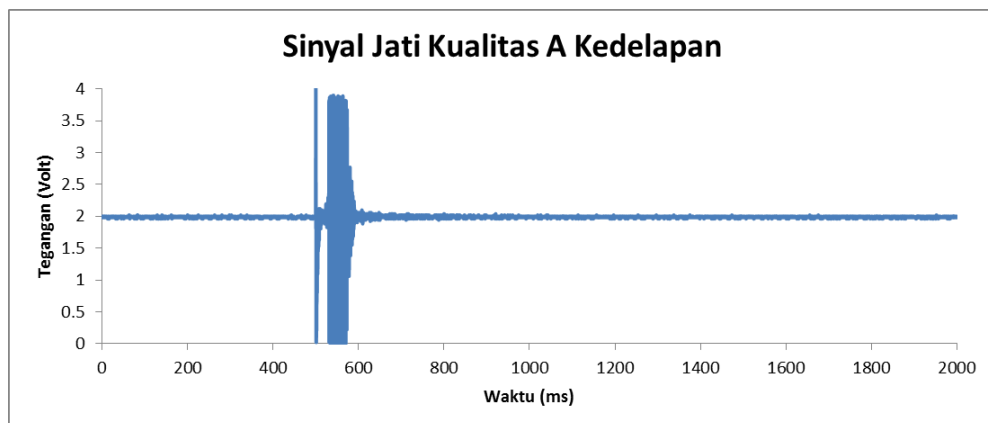
Gambar 10. Spektrum frekuensi Jati Kualitas A pukulan keenam



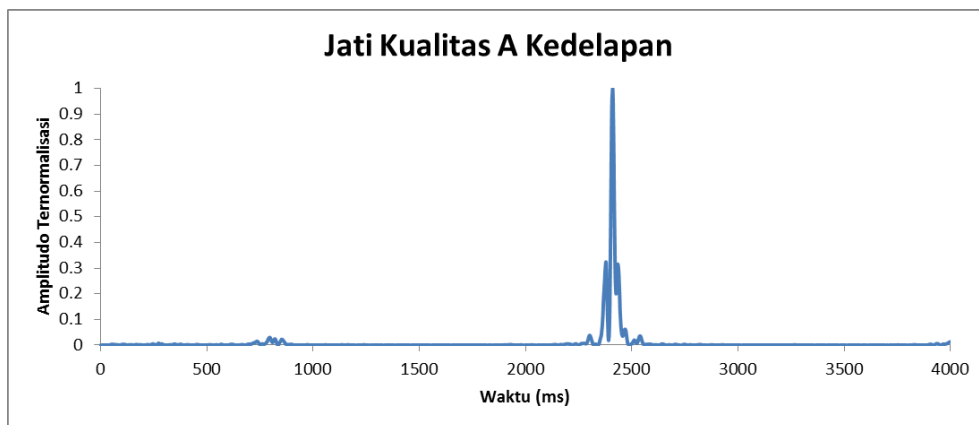
Gambar 11. Sinyal Jati Kualitas A pukulan ketujuh



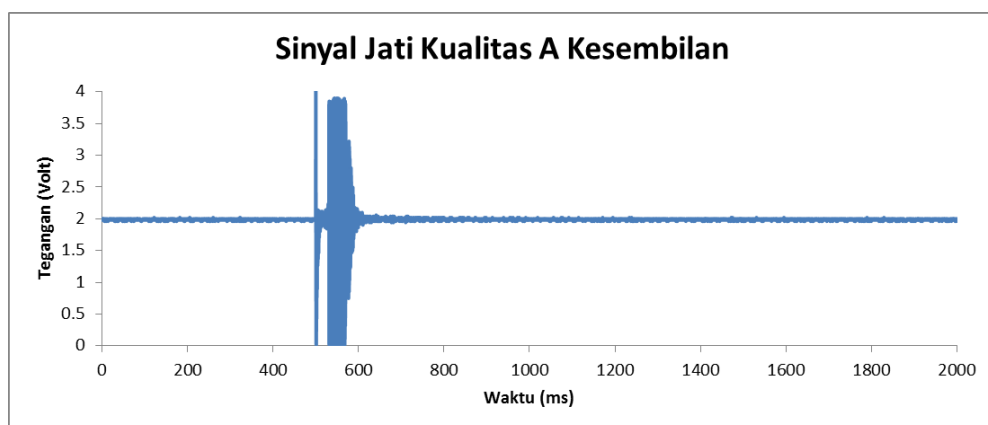
Gambar 12. Spektrum frekuensi Jati Kualitas A pukulan ketujuh



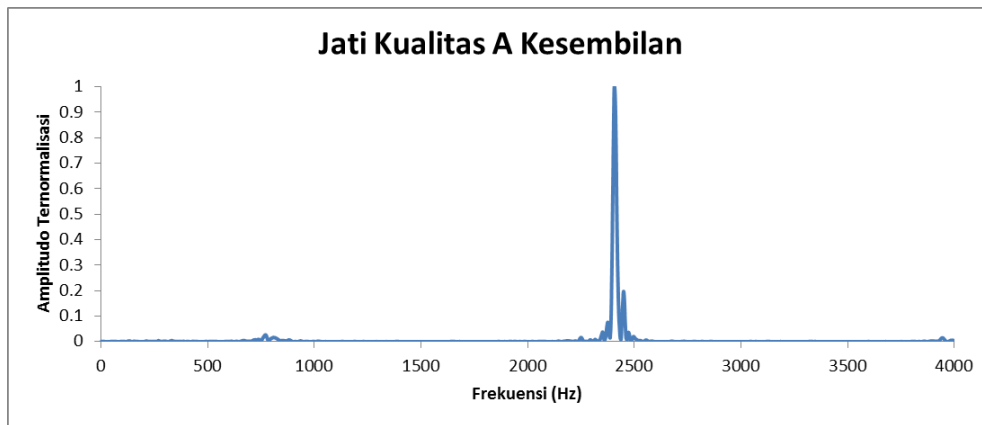
Gambar 13. Sinyal Jati Kualitas A pukulan kedelapan



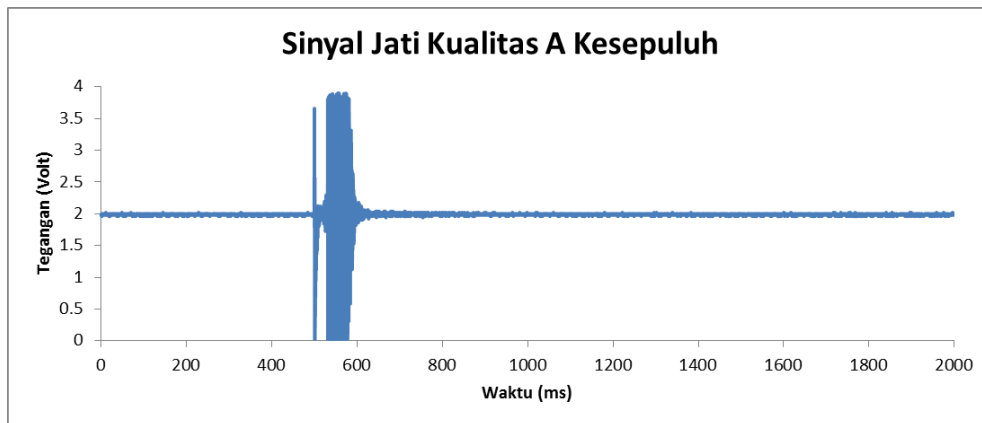
Gambar 14. Spektrum frekuensi Jati Kualitas A pukulan kedelapan



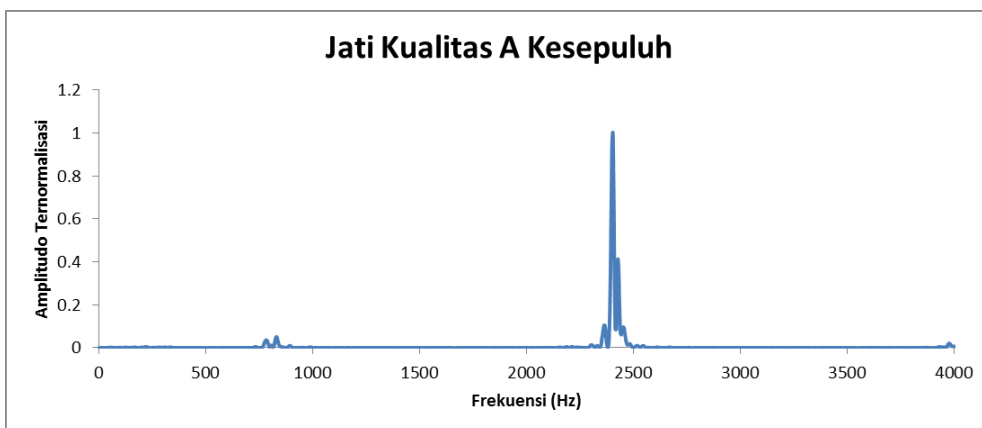
Gambar 15. Sinyal Jati Kualitas A pukulan kesembilan



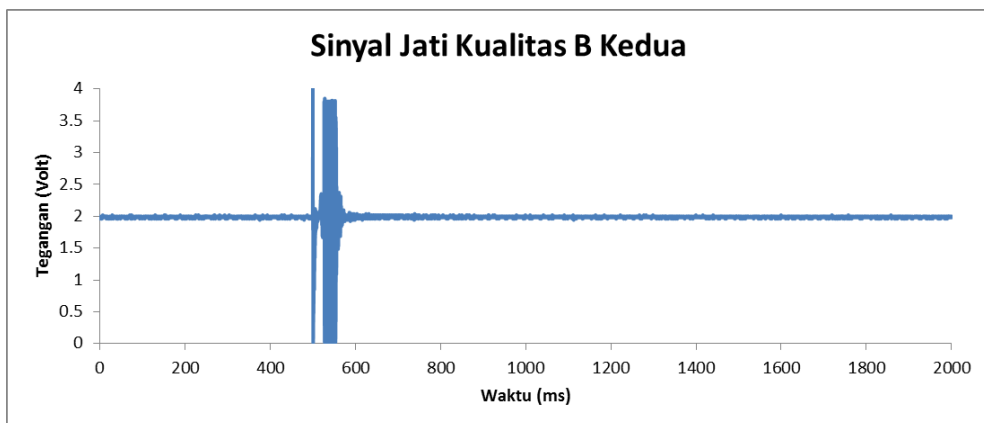
Gambar 16. Spektrum frekuensi Jati Kualitas A pukulan kesembilan



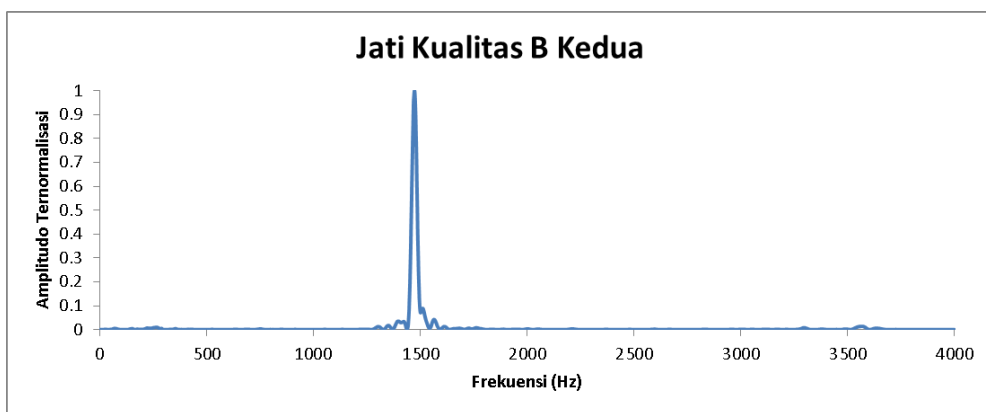
Gambar 17. Sinyal Jati Kualitas A pukulan kesepuluh



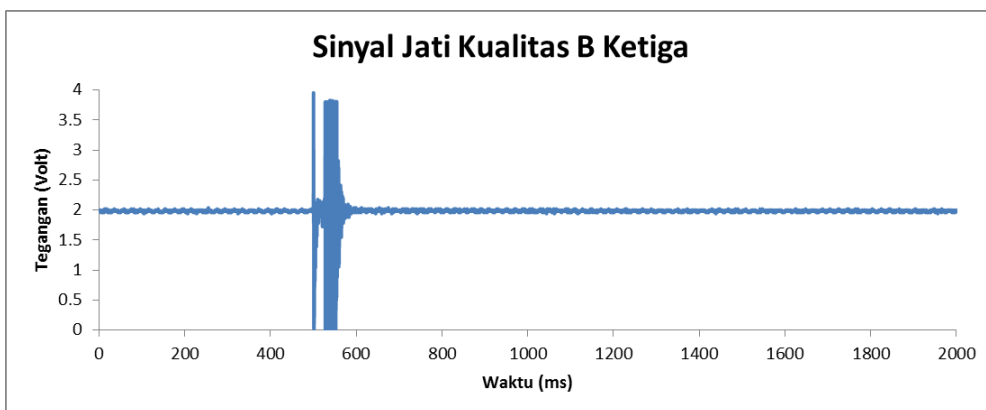
Gambar 18. Spektrum frekuensi Jati Kualitas A pukulan kesepuluh



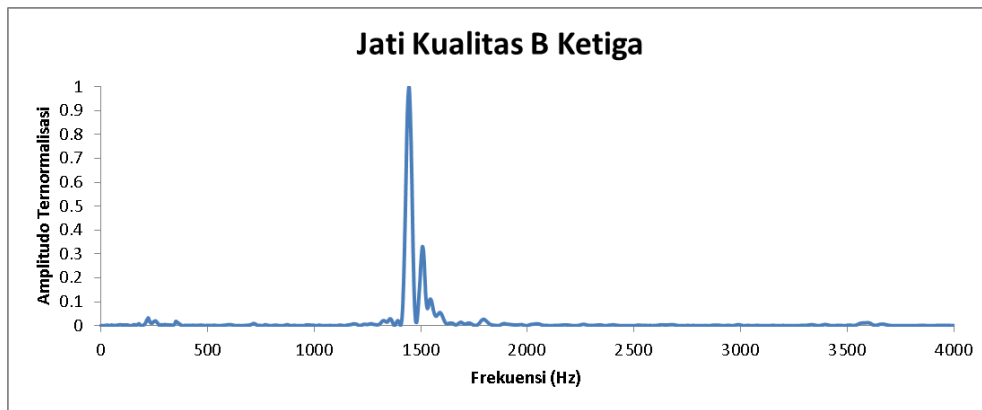
Gambar 19. Sinyal Jati Kualitas B pukulan kedua



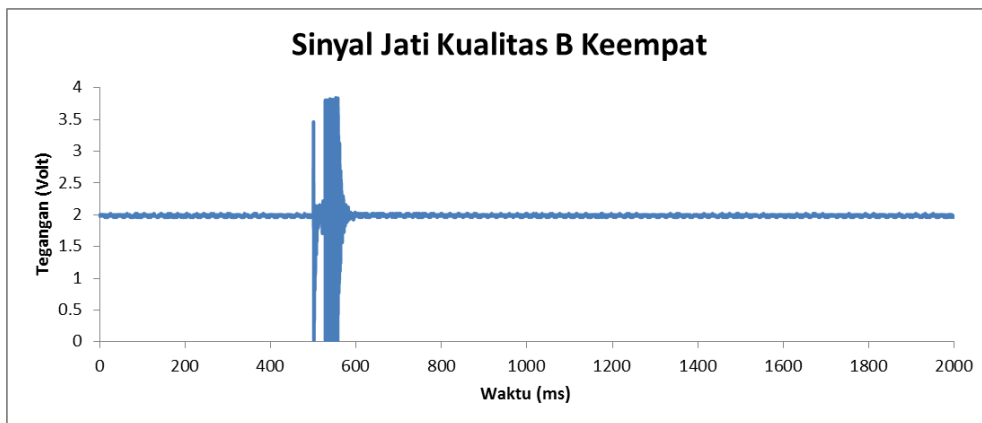
Gambar 20. Spektrum frekuensi Jati Kualitas B pukulan kedua



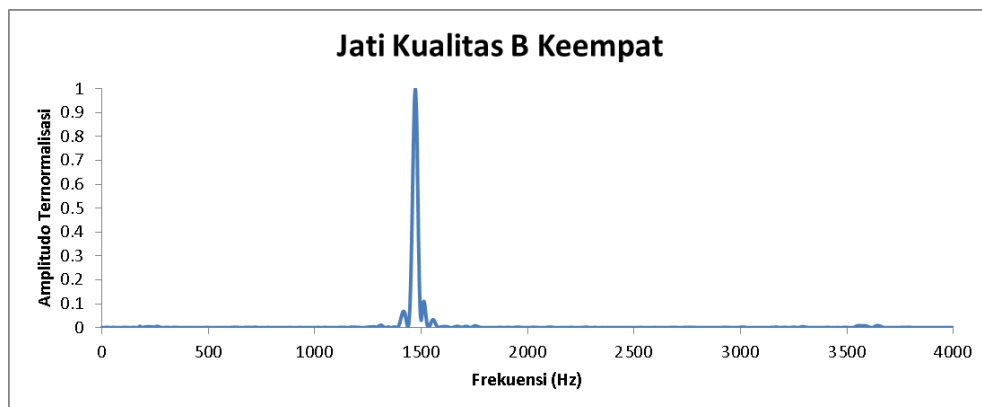
Gambar 21. Sinyal Jati Kualitas B pukulan ketiga



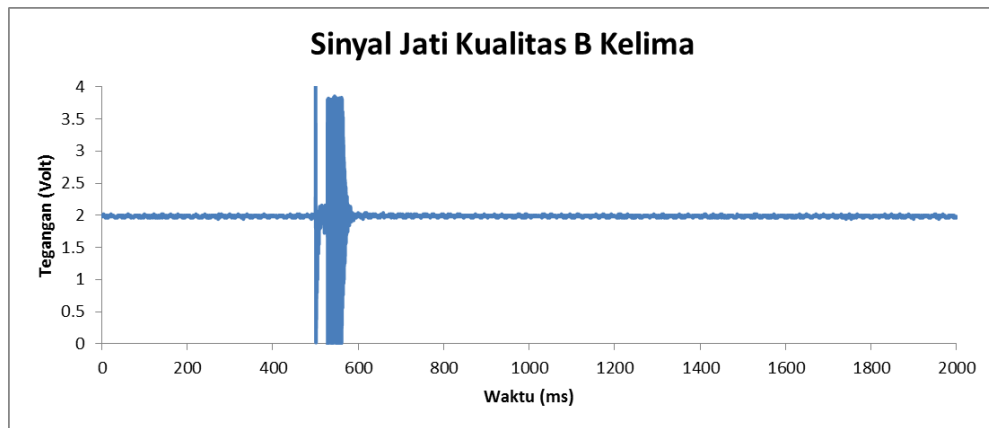
Gambar 22. Spektrum frekuensi Jati Kualitas B pukulan ketiga



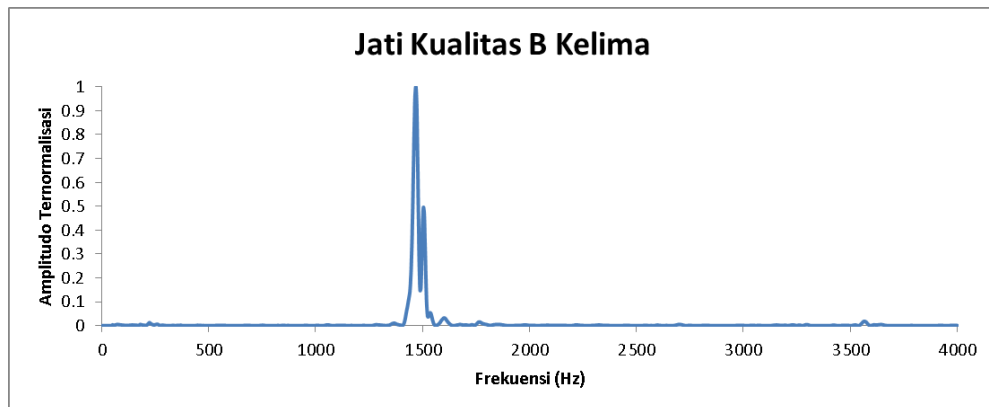
Gambar 23. Sinyal Jati Kualitas B pukulan keempat



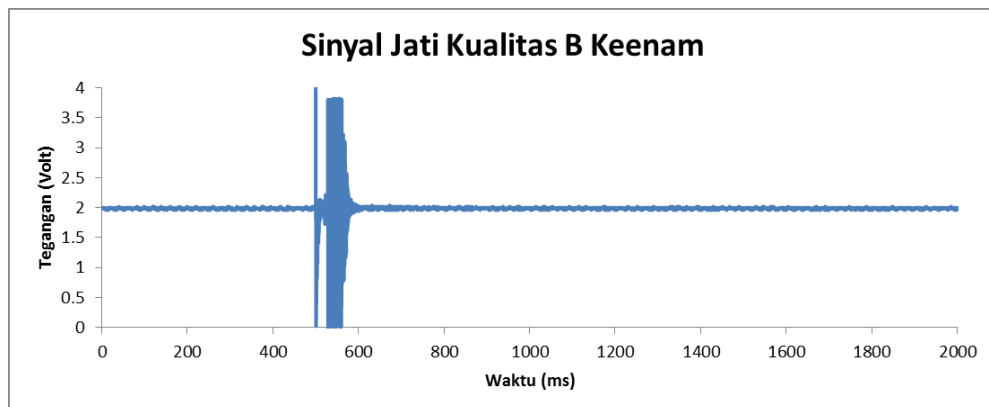
Gambar 24. Spektrum frekuensi Jati Kualitas B pukulan keempat



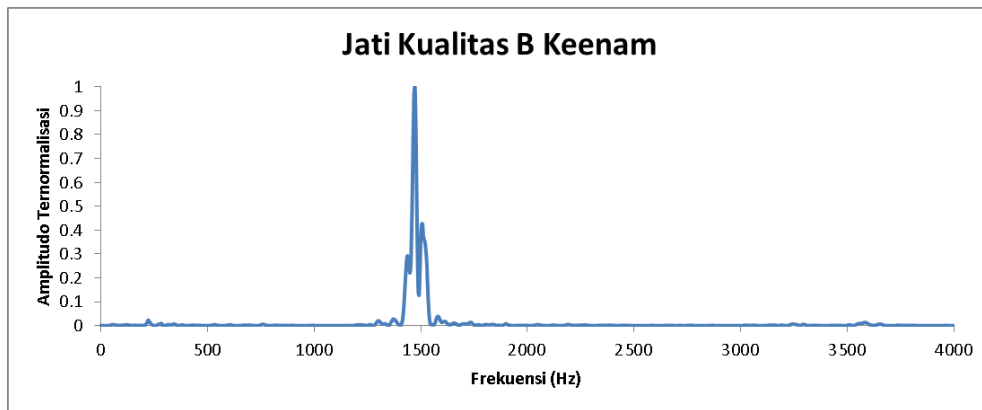
Gambar 25. Sinyal Jati Kualitas B pukulan kelima



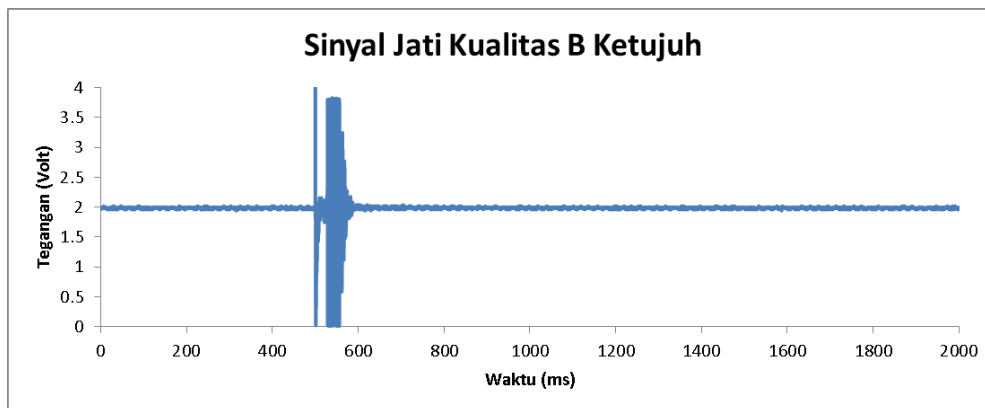
Gambar 26. Spektrum frekuensi Jati Kualitas B pukulan kelima



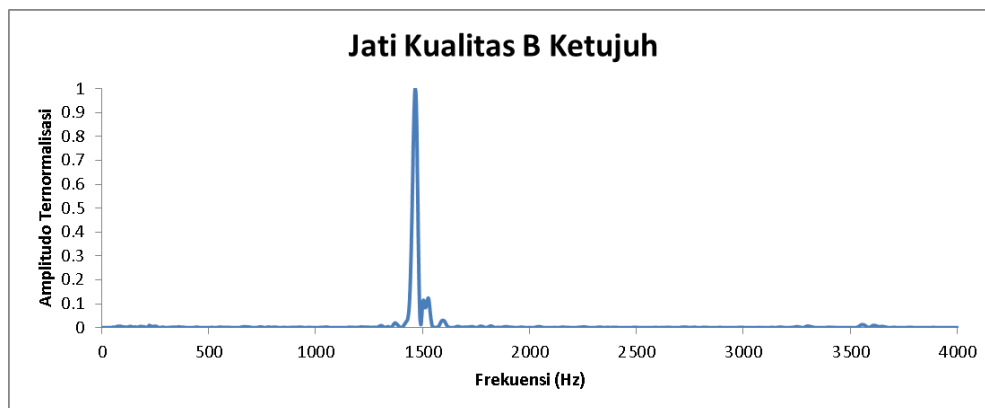
Gambar 27. Sinyal Jati Kualitas B pukulan keenam



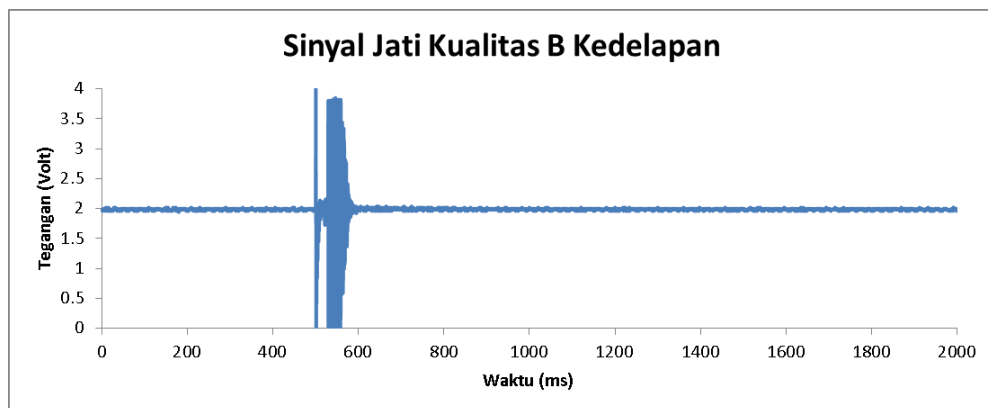
Gambar 28. Spektrum frekuensi Jati Kualitas B pukulan keenam



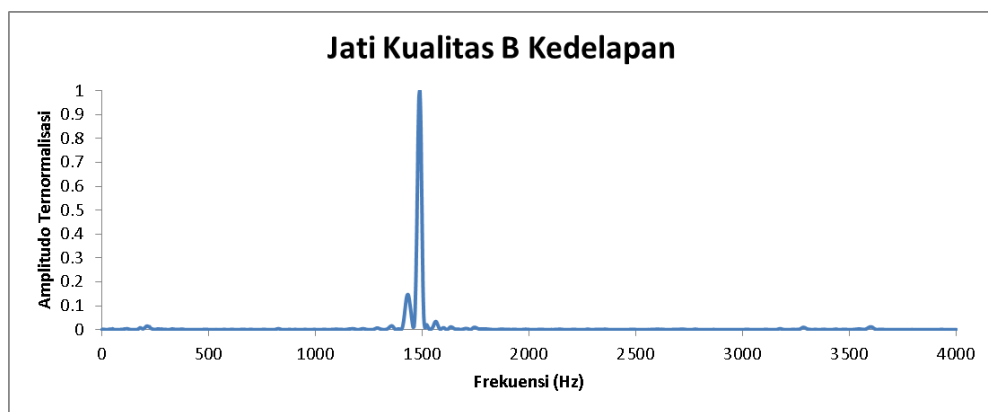
Gambar 29. Sinyal Jati Kualitas B pukulan ketujuh



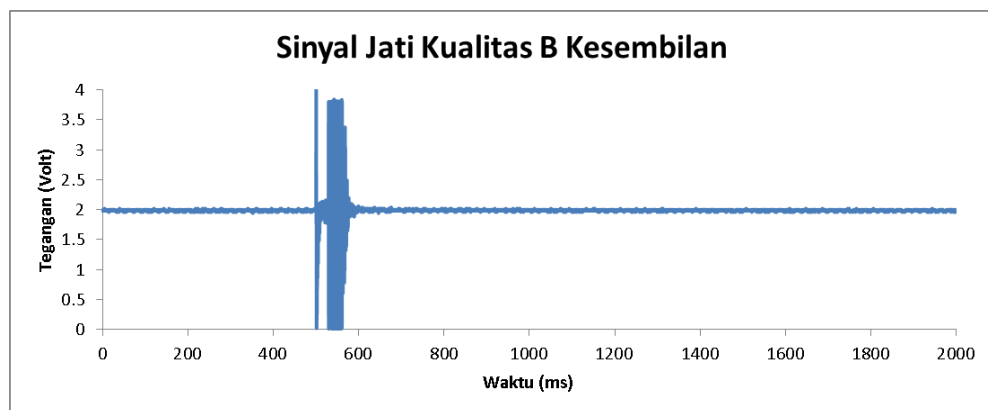
Gambar 30. Spektrum frekuensi Jati Kualitas B pukulan ketujuh



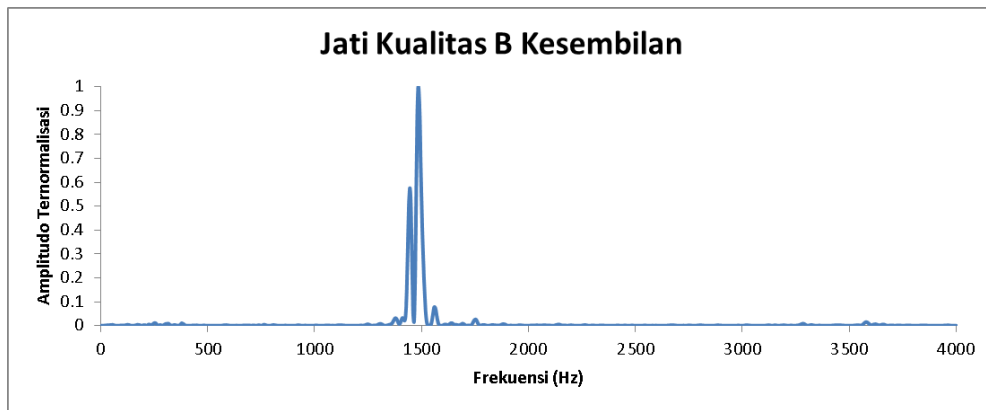
Gambar 31. Sinyal Jati Kualitas B pukulan kedelapan



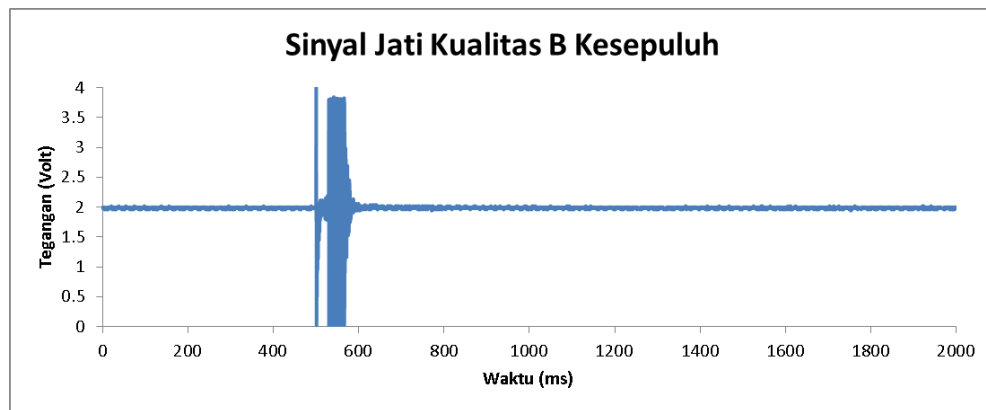
Gambar 32. Spektrum frekuensi Jati Kualitas B pukulan kedelapan



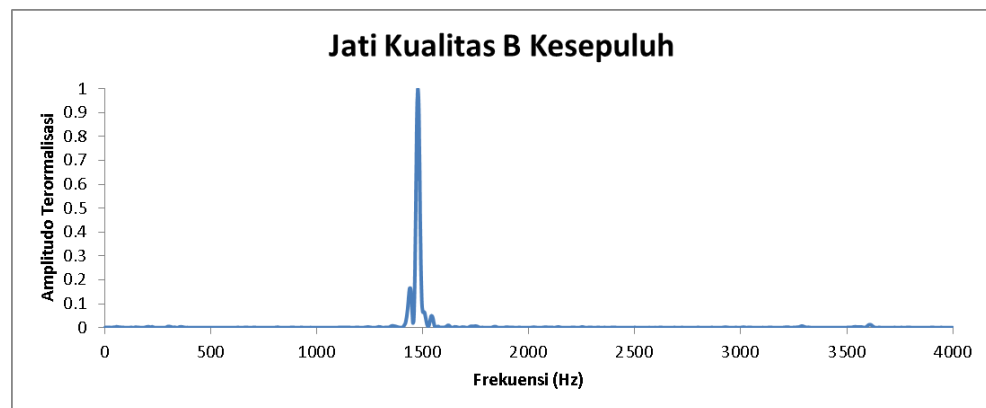
Gambar 33. Sinyal Jati Kualitas B pukulan kesembilan



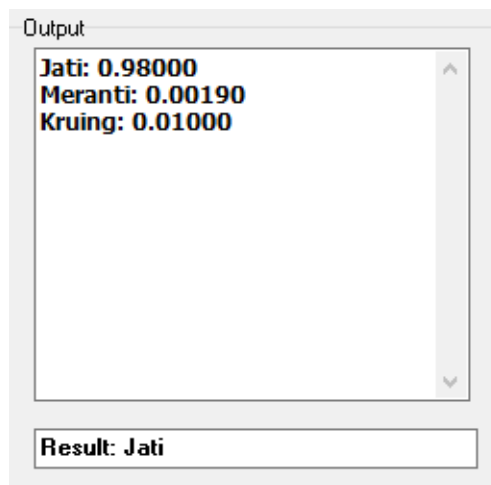
Gambar 34. Spektrum frekuensi Jati Kualitas B pukulan kesembilan



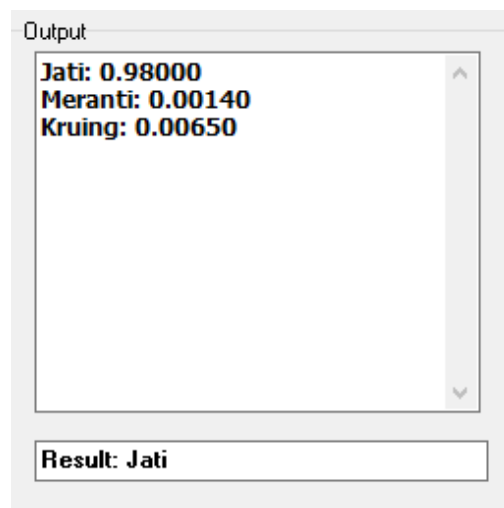
Gambar 35. Sinyal Jati Kualitas B pukulan kesepuluh



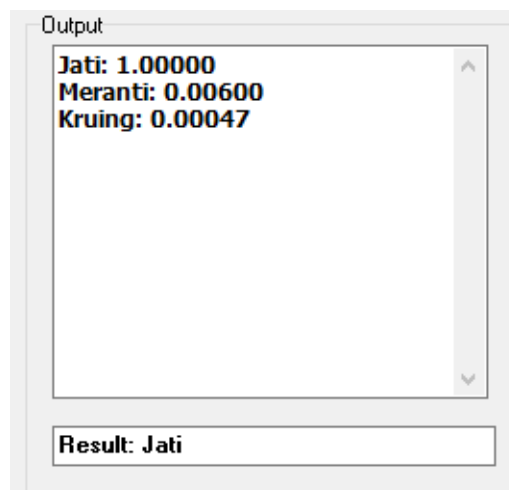
Gambar 36. Spektrum frekuensi Jati Kualitas B pukulan kesepuluh



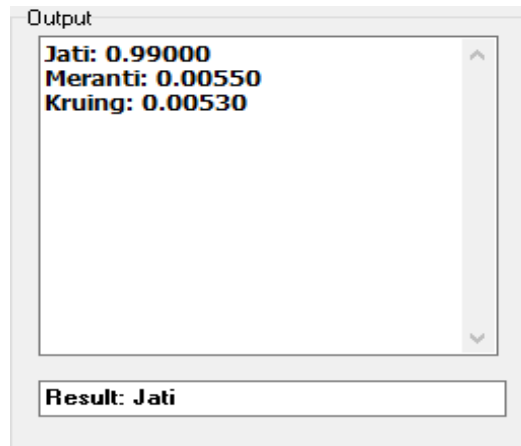
Gambar 37. Verifikasi Jati pukulan kedua



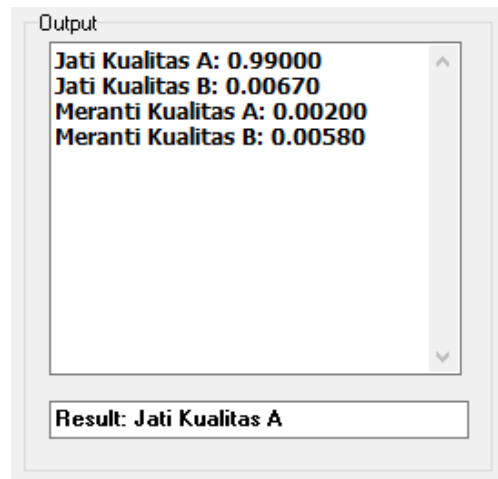
Gambar 3.8 Verifikasi Jati pukulan ketiga



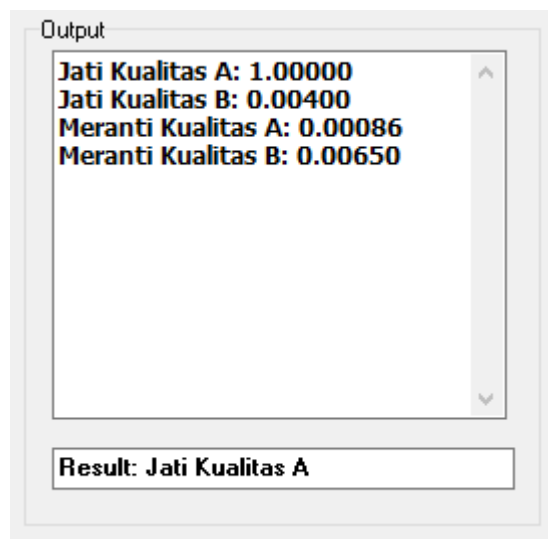
Gambar 39. Verifikasi Jati pukulan keempat



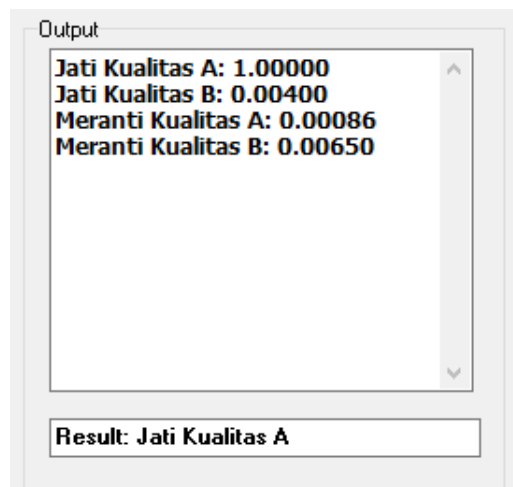
Gambar 40. Verifikasi Jati pukulan kelima



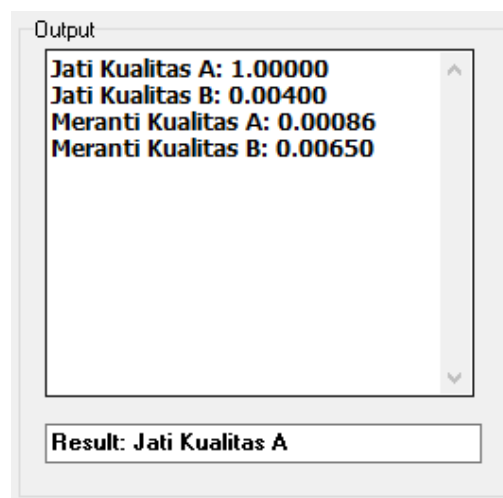
Gambar 41. Verifikasi kayu Jati Kualitas A pukulan kedua



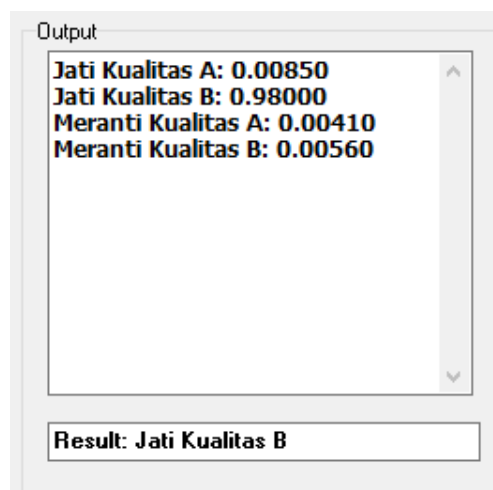
Gambar 42. Verifikasi kayu Jati Kualitas A pukulan ketiga



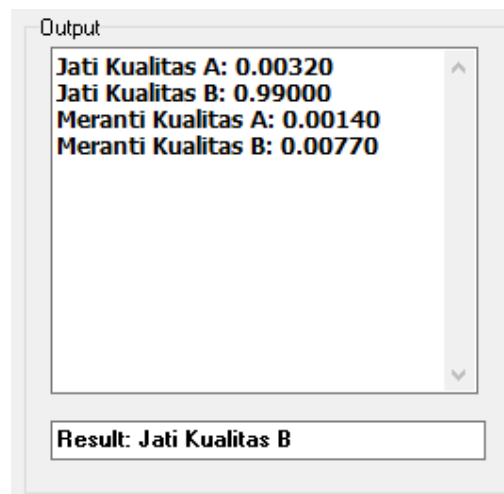
Gambar 43. Verifikasi kayu Jati Kualitas A pukulan keempat



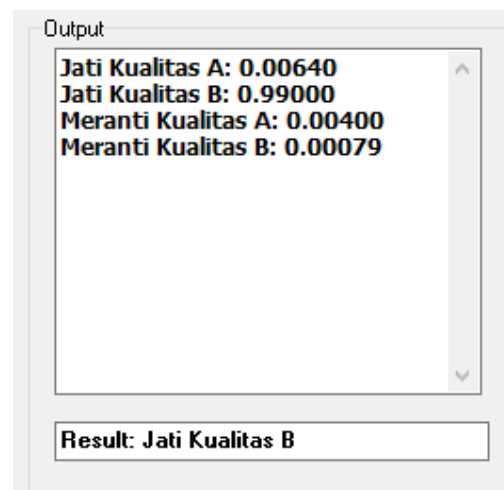
Gambar 44. Verifikasi kayu Jati Kualitas A pukulan kelima



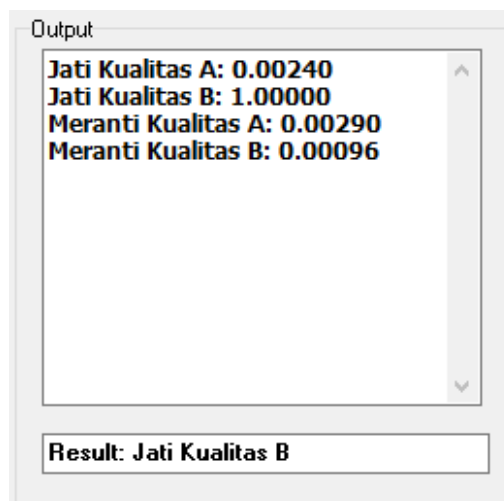
Gambar 45. Verifikasi kayu Jati Kualitas B pukulan kedua



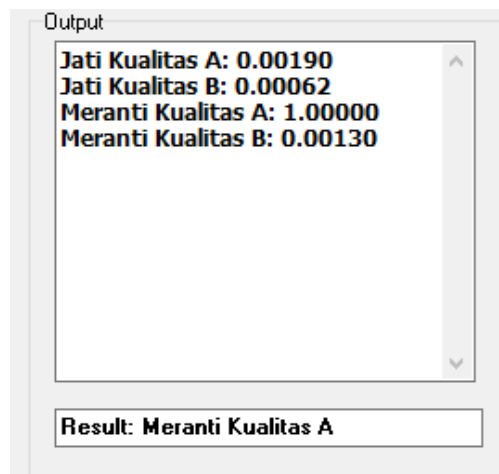
Gambar 46. Verifikasi kayu Jati Kualitas B pukulan ketiga



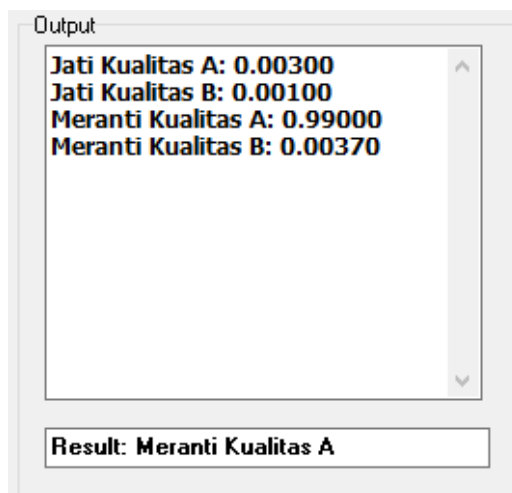
Gambar 47. Verifikasi kayu Jati Kualitas B pukulan keempat



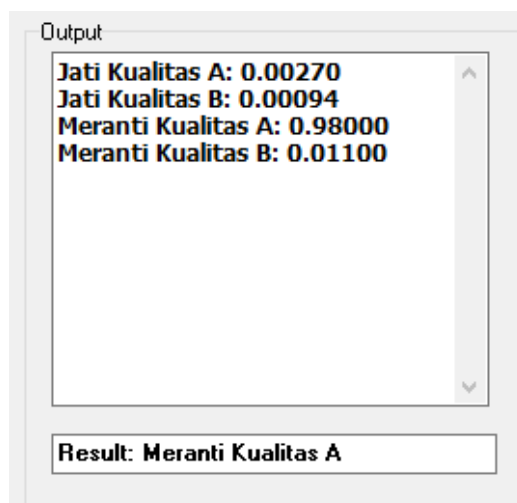
Gambar 48. Verifikasi kayu Jati Kualitas B pukulan kelima



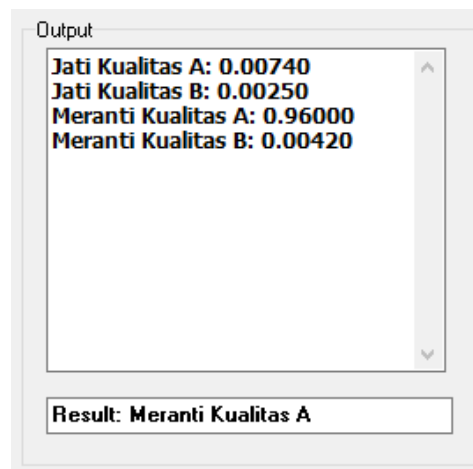
Gambar 49. Verifikasi kayu Meranti Kualitas A pukulan kedua



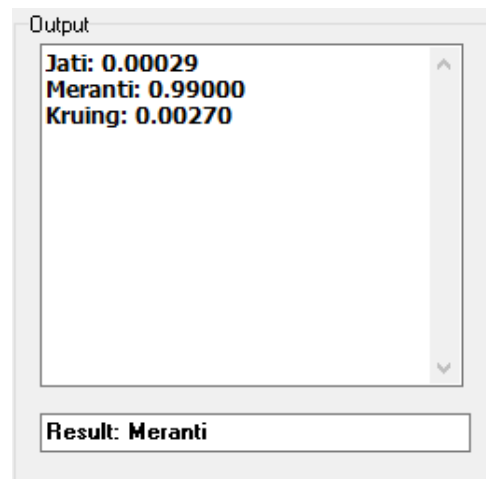
Gambar 50. Verifikasi Meranti kualitas A pukulan ketiga



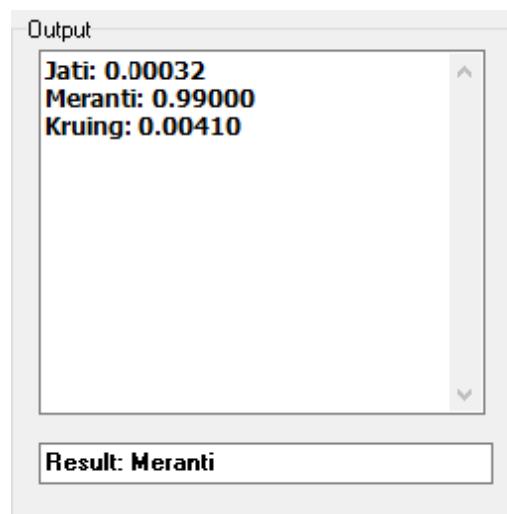
Gambar 51. Verifikasi Meranti kualitas A pukulan keempat



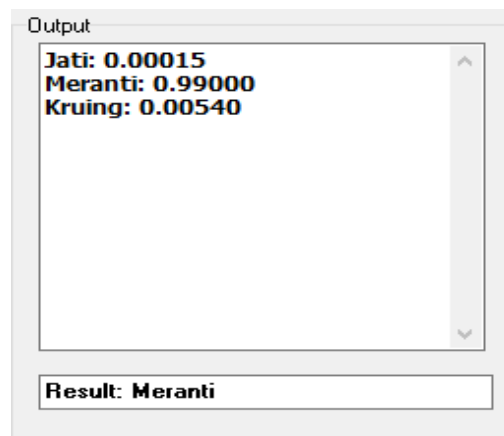
Gambar 52. Verifikasi Meranti Kualitas A pukulan kelima



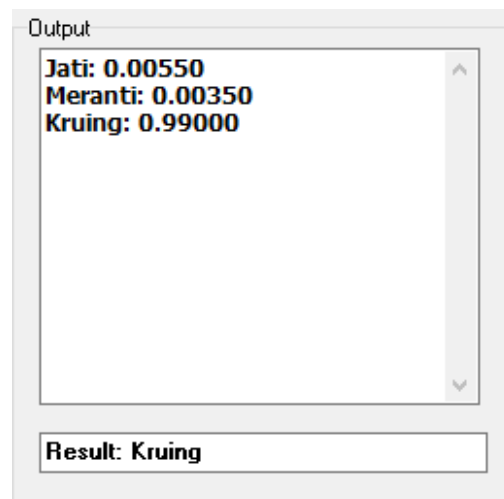
Gambar 53. Verifikasi kayu jenis Meranti pukulan ketiga



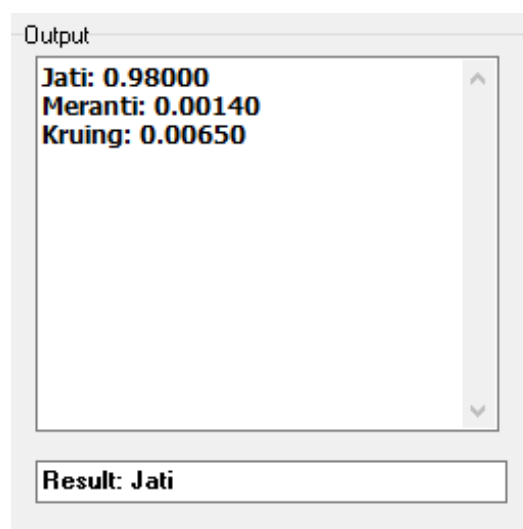
Gambar 54. Verifikasi kayu jenis Meranti pukulan keempat



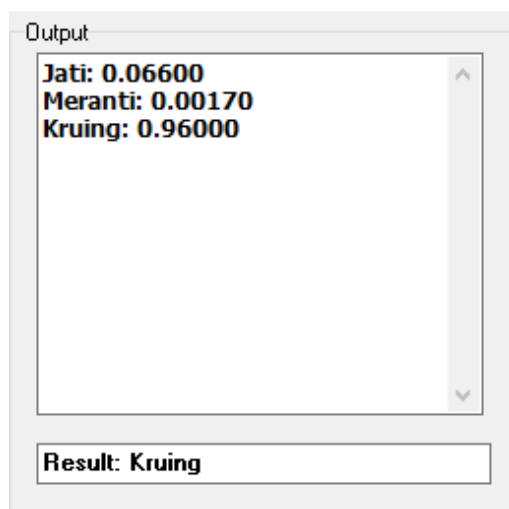
Gambar 55. Verifikasi kayu jenis Meranti pukulan kelima



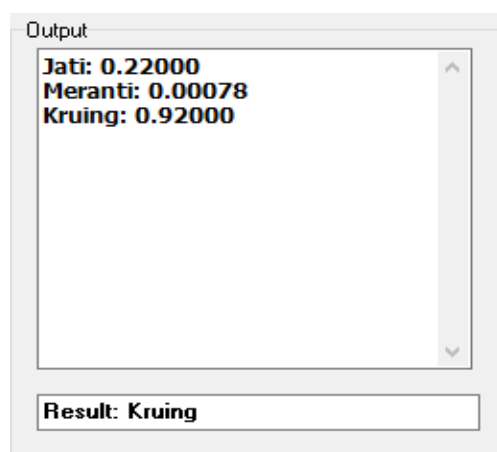
Gambar 56. Verifikasi kayu jenis Kruing pukulan kedua



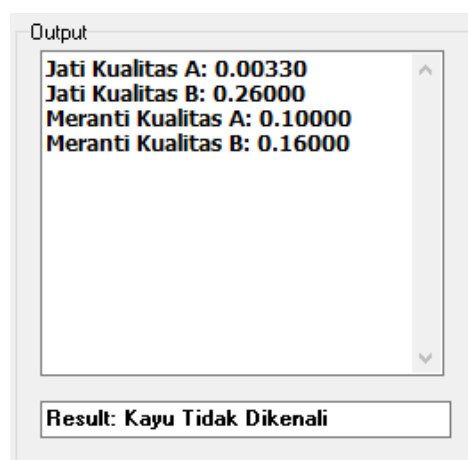
Gambar 57. Verifikasi kayu jenis Kruing pukulan ketiga



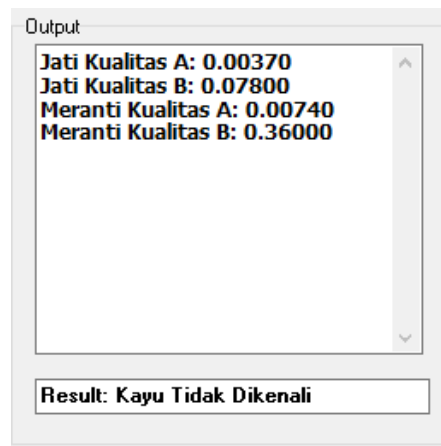
Gambar 58. Verifikasi kayu jenis Kruing pukulan keempat



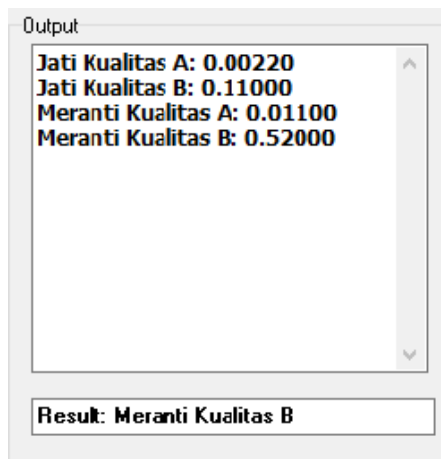
Gambar 59. Verifikasi kayu jenis Kruing pukulan kelima



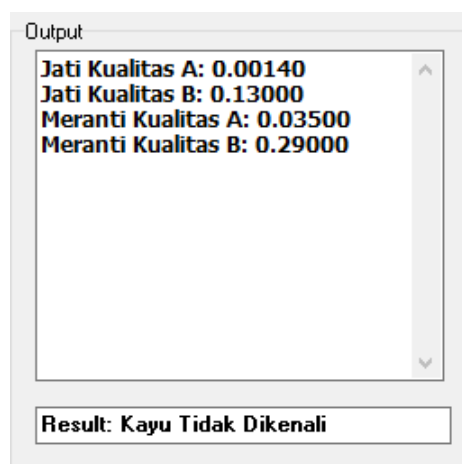
Gambar 60. Verifikasi penutup plastik pukulan pertama



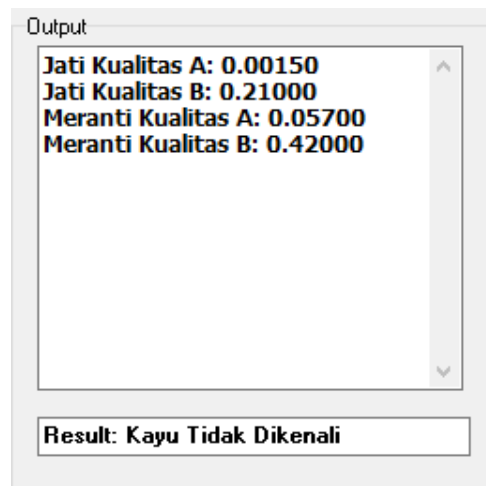
Gambar 61. Verifikasi penutup plastik pukulan kedua



Gambar 62. Verifikasi penutup plastik pukulan ketiga



Gambar 63. Verifikasi penutup plastik pukulan keempat



Gambar 64. Verifikasi penutup plastik pukulan kelima

Listing Program Delphi:

```
unit Unit1;

interface

uses

    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
    Dialogs, ExtCtrls, StdCtrls, Math,CPort,uType, XPMAN, TeeGDIPlus,
    TeEngine, Series,TeeProcs,Chart,TeeEdit, ComCtrls, comObj;

type

    TForm1 = class(TForm)

        TombolComport: TButton;

        TombolStart: TButton;

        Edit1: TEdit;

        TombolStop: TButton;

        Label1: TLabel;

        TombolSimpanSinyal: TButton;

        TombolSimpanFFT: TButton;

        Edit2: TEdit;

        Label2: TLabel;

        XPManifest1: TXPManifest;

        ComPort1: TComPort;

        ChartEditor1: TChartEditor;

        OpenFileDialog1: TOpenDialog;

        Timer1: TTimer;

        OpenFileDialog2: TOpenDialog;

        Timer2: TTimer;

        ComDataPacket1: TComDataPacket;
```


PageControl1: TPageControl;
TabSheet1: TTabSheet;
Chart3: TChart;
Series3: TLineSeries;
Chart1: TChart;
StaticText1: TStaticText;
StaticText2: TStaticText;
Series1: TLineSeries;
TabSheet2: TTabSheet;
PageControl2: TPageControl;
TabSheet15: TTabSheet;
Chart12: TChart;
ed_mse: TEdit;
Series15: TFastLineSeries;
GroupBox3: TGroupBox;
TombolBukaFile: TButton;
TombolLearn: TButton;
TombolSimpanBobot: TButton;
GroupBox4: TGroupBox;
TombolTest: TButton;
TombolBukaBobot: TButton;
TombolRandom: TButton;
GroupBox7: TGroupBox;
Label19: TLabel;
Label20: TLabel;

Label21: TLabel;
Label22: TLabel;
Label23: TLabel;
Label24: TLabel;
Label25: TLabel;
Label26: TLabel;
Label27: TLabel;
Label28: TLabel;
Label29: TLabel;
Label30: TLabel;
ed_beta: TEdit;
ed_rate: TEdit;
ed_alpha: TEdit;
ed_inputLayer: TEdit;
ed_hddLayer1: TEdit;
ed_hddLayer2: TEdit;
ed_outputLayer: TEdit;
ed_speed: TEdit;
ed_ff: TEdit;
ed_to: TEdit;
cb_fungsi: TComboBox;
cb_momentum: TCheckBox;
cb_snc: TCheckBox;
ed_sample: TEdit;
GroupBox6: TGroupBox;

```

Memo2: TMemo;

Edit3: TEdit;

TombolMulai: TButton;

SaveDialog1: TSaveDialog;

TombolKeluar: TButton;

Button19: TButton;

procedure TombolComportClick(Sender: TObject);

procedure ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);

procedure TombolStartClick(Sender: TObject);

procedure TombolStopClick(Sender: TObject);

procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);

//procedure Button4Click(Sender: TObject);

procedure TombolSimpanSinyalClick(Sender: TObject);

procedure TombolSimpanFFTClick(Sender: TObject);

procedure TombolBukaFileClick(Sender: TObject);

procedure TombolLearnClick(Sender: TObject);

procedure TombolRandomClick(Sender: TObject);

procedure Timer1Timer(Sender: TObject);

procedure TombolSimpanBobotClick(Sender: TObject);

procedure TombolBukaBobotClick(Sender: TObject);

procedure TombolTestClick(Sender: TObject);

procedure TombolMulaiClick(Sender: TObject);

procedure FormCreate(Sender: TObject);

procedure TombolKeluarClick(Sender: TObject);

private

```

```

    { Private declarations }

public

    { Public declarations }

    procedure Split(const Delimiter: Char; Input: string; const Strings:
        TStrings) ;

end;

var

    //variabel dari agung
    sekuensial: Integer;

    // i,j,m,n,iBaris, charKayu, charKualitas:integer;

    // temp:single;

    // strOutput: array[1..20] of string;

    Form1: TForm1;

    DataBuffer:string;

    wkt,tmm:Integer;

    rin,rin2,rout,rdata,rdata2:Adata;

    cek:Boolean;

    nfft:integer;

    XLApp1, Sheet:Variant;

    nLearning, input, output, hdd1, hdd2, iterasi, tou, speed:Integer;

    x_learn: array[1..100,1..2000] of single; //input x_learn[1,2]

    t_learn: array[1..100,1..2000] of single; //input t_learn[1,2]

    w_ori: array[1..3,1..2000,1..2000] of single; //bobot[layer ke, tujuan, dari]  x:
    array[1..2] of single;

    b_ori: array[1..3,1..2000] of single; //bobot[layer ke, tujuan, dari]  x: array[1..2]
    of single;

```

```

w: array[1..3,1..2000,1..2000] of single; //bobot[layer ke, tujuan, dari]  x:
array[1..2] of single;

bb: array[1..3,1..2000] of single;      //bias[layer,node ke-]

sse: array[1..100] of single;

xx: array[1..2000] of single;           //input[1,2]

t: array[1..100] of single;             //target[output baris ke]

y: array[1..2,1..2000] of single;       //hidden layer[hidden layer ke, baris ke]

z: array[1..100] of single;             //output layer[output layer baris ke]

delta: array[1..3,1..2000] of single; //delta[layer ke, tujuan, dari]

wu: array[1..3,1..2000,1..2000] of single; //bobot[layer ke, tujuan, dari]  x:
array[1..2] of single;

delta0: array[1..3,1..2000] of single; //delta[layer ke, tujuan, dari]

y0: array[1..2,1..2000] of single;      //hidden layer[hidden layer ke, baris ke]

x0: array[1..2000] of single;           //input[1,2]

myFile: TextFile;

x_test: array[1..1,1..2000] of single; //input x_test[1,2]

stop:bool;

alf, beta, u0, u, al, mse:Single;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.Split(const Delimiter: Char; Input: string; const Strings:
TStrings) ;

begin

  Assert(Assigned(Strings));

  Strings.Clear;

  Strings.Delimiter := Delimiter;

  Strings.DelimitedText := Input;

```

```

end;

function StringToCaseSelect(Selector : string;CaseList: array of string): Integer;
var cnt: integer; //fungsi hubungan dengan serial
begin
    Result:=-1;
    for cnt:=0 to Length(CaseList)-1 do
        begin
            if CompareText(Selector, CaseList[cnt]) = 0 then
                begin
                    Result:=cnt;
                    Break;
                end;
            end;
        end;
    end;

procedure TForm1.TombolComportClick(Sender: TObject);
begin
    if ComPort1.Connected then
        begin
            ComPort1.Close;
            TombolComport.Caption:='Connected';
        end
    else
        begin
            ComPort1.Open;
            ComPort1.ClearBuffer(True,True); //

```

```

    TombolComport.Caption:='DisConnected';

end;

end;

procedure TForm1.ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
var DataByte:string;

    m:integer;

    mmag,mm:Double;

i,k:integer;

n,charKayu:integer;

temp:single;

strOutput: array[1..20] of string;

begin
    for m:=1 to count do
        begin
            SetLength(rin,wkt+1);

            rin[wkt]:=Byte(DataByte[m])*5/255;

            Series3.AddXY(wkt/8,rin[wkt]);

            wkt:=wkt+1;

        end;
    end;

    if wkt/8>=tmm then          // tmm adalah waktu (time)

begin          //wkt = index; wkt/8>=tmm wkt adalah variabel

    nfft:=StrToInt(Edit2.Text);

    k:=0 ;

    for i :=4240 to 4367 do

```

```

begin
    setlength(rdata,k+1);
    rdata[k]:=rin[i];
    k:=k+1;
end;
for i:=4367 to nfft - 1 do
    begin
        setlength(rdata2,k+1);
        rdata[k]:=rin2[i];
        k:=k+1;
    end;
mm:=Mean(rdata);           //wkt := jumlah data mulai
for i:=0 to High(rdata) do           //jumlah data (wkt) /8(sampling
rate) = lama perekaman
    rdata[i]:=rdata[i]-mm;
rout:=Spectrum(nfft,rdata);
mmag:=0;
for i:=0 to (NFfT div 2) do
    begin
        if rout[i]>mmag then
            mmag:=rout[i]
        end;
    k:=0;
    for i:=0 to (NFfT div 2) do
        begin
            Series1.AddXY(i/(nfft)*8000,rout[i]/mmag);

```



```

    if rout[i] = mmag then
        k:=i;
    xx[i+1]:= rout[i]/mmag;
end;

StaticText2.Caption:=FloatToStr(k*8000/nfft)+' Hz';

TombolBukaBobot.Click;

input:=strtoint(ed_inputLayer.text);
hdd1:=strtoint(ed_hddLayer1.text);
hdd2:=strtoint(ed_hddLayer2.text);
output:=strtoint(ed_outputLayer.text);

strOutput[1]:='Jati Kualitas A';
strOutput[2]:='Jati Kualitas B';
strOutput[3]:='Meranti Kualitas A';
strOutput[4]:='Meranti Kualitas B';

//forward pass

//y=fungsi sigmoid(sigma w*x) untuk hidden layer ke-1
for m := 1 to hdd1 do
begin
    temp:=0;
    for n:= 1 to input do
    begin
        temp:=temp+w[1,m,n]*xx[n];

        //Memo2.Lines.Add(FloatToStr(xx[n]));
    end;

    y[1,m]:=f(temp+bb[1,m]);

```

```

end;

//y=fungsi sigmoid(sigma w*x) untuk hidden layer ke-2
for m := 1 to hdd2 do
begin
    temp:=0;
    for n := 1 to hdd1 do
    begin
        temp:=temp+w[2,m,n]*y[1,n];
    end;
    y[2,m]:=f(temp+bb[2,m]);
end;

Memo2.Clear;

//z=fungsi sigmoid(sigma w*x) untuk output layer
for m := 1 to output do
begin
    temp:=0;
    for n := 1 to hdd2 do
    begin
        temp:=temp+w[3,m,n]*y[2,n];
    end;
    z[m]:=f(temp+bb[3,m]);
    Memo2.Lines.Add(strOutput[m]+' : '+FloatToStrF(z[m],ffNumber,1,5));
end;

temp:=0;

//cek nilai jenis kayu yang paling tinggi

```

```

for m:=1 to 4 do
begin
    temp:=max(temp,z[m]);
    if (temp=z[m]) then charKayu:=m;
end;
edit3.Text:='Result: '+strOutput[charKayu];

//////////

if sekuensial= 1 then
begin
    i:=0;
    while i< (NFfT div 2) do
    begin
        xx[i+1]:= rout[i];
        i:=i+1;
    end;
    i:=0;
end;
end;
end;
end;

```

Listing Program Arduino

```

#define solenoid 9

int count,ss;

int jmldata=0;

```

```

boolean kode =0;

const int numberOfPieces = 4;

String pieces[numberOfPieces];

String str = "";

void split (String input,String Delim){

    int lastIndex = 0;

    int counter = 0;


    for(int i =0;i<numberOfPieces;i++)

        pieces[i] = "";

    for (int i = 0; i < input.length(); i++) {

        if (input.substring(i, i+1) == Delim) {

            pieces[counter] = input.substring(lastIndex, i);

            lastIndex = i + 1;

            counter++;

        }

        if (i == input.length() - 1) {

            pieces[counter] = input.substring(lastIndex, i);

        }

    }

}

```

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada tesis ini telah dirancang dan dibuat suatu alat untuk membedakan jenis kayu dan kualitas kayu berdasarkan analisa suara. Jenis kayu yang digunakan adalah kayu jati, meranti, dan kruing. Sedangkan pada kualitas kayu digunakan dua jenis kayu dengan dua kualitas yang berbeda. Sistim ini menggunakan algoritma Fast Fourier Transform untuk mendapatkan komponen frekuensi suara sebanyak 1024 frekuensi dengan jarak 4 Hz. Setiap komponen frekuensi tersebut digunakan sebagai masukan Neural Network untuk dilakukan pelatihan dan pengenalan jenis serta kualitas kayu. Jumlah neuron pada kedua hidden layer yang digunakan pada Neural Network adalah 100 neuron. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pada pengenalan jenis kayu, Neural Network dapat dilatih untuk mengenali semua jenis kayu dan kualitas kayu. Pada pengujian secara langsung, sistim ini dapat mengenali setiap jenis kayu dengan tingkat keberhasilan 93,33%. Sedangkan untuk pengujian kualitas kayu, sistim ini dapat mengenali setiap kualitas kayu dengan tingkat keberhasilan 95%.

5.2 Saran

Penelitian ini perlu dilanjutkan dengan variasi dimensi, berat, kadar air dan kecacatan kayu. Metoda wavelet dapat digunakan untuk suara yang tidak periodik sehingga dapat meningkatkan taraf identifikasinya. Sistim peralatan dapat dibuat dalam suatu single board computer seperti Raspberry Pi sehingga membutuhkan sumber daya yang kecil, lebih ringkas, dan portable.

DAFTAR PUSTAKA

- Aramaki, Mitsuko., Besson, Mireille, Martinet R.K. (2011). Controlling the Perceived Material in an Impact sound, Ieee Transactions On Audio, Speech, And Language Processing, Vol. 19, No. 2, February 2011
- D.M. Tsai and C.H. Chiang,.(2012). Automatic band selection for wavelet reconstruction in the application of defect detection.
- D.T Pham, Anthony J. Soroka, Afshin Ghanbarzadeh, Ebubekir Koc, Sameh Otri, Michael Packianather. (2006). Optimising Neural Networks for Identification of Wood Defects Using the Bees Algorithm. 0-7803-9701-0/06/\$20.00 C 2006 IEEE
- Dumanauw, J. F. 1990. Mengenal Kayu.Yogyakarta: Kanisius
- Lee, Herbert K. H. (2000). “Model Selection for Neural Network Classification”. Duke University
- P. Meinlschmidt, 2005. Thermographic detection of defects in wood and wood-based materials. 14th International Symposium of nondestructive testing of wood.
- P. Mestre, A. Calcada, N. Carvalho, C. Serodio, P. Couto, J. Matias, Melo-Pinto, J. Morais, 2013. Low-cost Ultrasonic Probe to Assess Wood Defects and Parameters. World Congress on Engineering 2013 Vol II.
- Sugeng Riyanto, Agus Purwanto, Supadi. (2009). Algoritma Fast Fourier Transform (FFT) *Decimation in Time* (DIT) dengan resolusi 1/10 Hertz. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 16 Mei 2009
- W.K. Wong, C.W.M. Yuen, D.D. Fan, L.K. Chan, E.H.K. Fung. (2009). Stitching defect detection and classification using wavelet transform and BP neural network. Expert Systems with Applications 36 (2009) 3845–3856
- Yassuyoshi, Kodama, Zhong, Zhang, Hiraoki, Kabawata. (2002). Study of Evaluation Method of Wood Quality Using Wavelet Transform, SICE 2002 Aug. 5-7, 2002, Osaka

Abdur Rochman Wachid dilahirkan di Surabaya, 17 September 1990. Merupakan anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Bapak Soepiyanto Elyusi



dan Ibu Hidayah, H.N. Penulis memulai pendidikan di SD Negeri Wonokusumo VII/46 Surabaya, lalu melanjutkan di SMP Negeri 11 Surabaya. Penulis menempuh jenjang pendidikan di SMA Negeri 19 Surabaya. Pada tahun 2008 penulis diterima di Program D4 Jurusan Teknik Otomasi-Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dan menyelesaikan studinya pada tahun 2012. Setelah menyelesaikan studi di tahap sarjana terapan, penulis meneruskan pendidikan di Program Magister Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan memilih bidang keahlian Elektronika.

e-mail: abdurrochmanwachid2@yahoo.co.id